



**You have downloaded a document from  
RE-BUS  
repository of the University of Silesia in Katowice**

**Title:** Perły : przewodnik gemmologa

**Author:** Włodzimierz Łapot

**Citation style:** Łapot Włodzimierz. (2005). Perły : przewodnik gemmologa.  
Sosnowiec : LabGem : [Uniwersytet Śląski. Wydział Nauk o Ziemi]



Uznanie autorstwa - Użycie niekomercyjne - Bez utworów zależnych Polska - Licencja  
ta zezwala na rozpowszechnianie, przedstawianie i wykonywanie utworu jedynie w celach  
niekomercyjnych oraz pod warunkiem zachowania go w oryginalnej postaci  
(nie tworzenia utworów zależnych).



UNIWERSYTET ŚLĄSKI  
W KATOWICACH



Biblioteka  
Uniwersytetu Śląskiego



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

*LabGem*

Włodzimierz ŁAPOT

# PERŁY

Przewodnik  
gemmologa

w.

06



**Włodzimierz Łapot**

# **PERŁY**

**Przewodnik gemmologa**

*LabGem*

**Sosnowiec 2005**



**Copyright©2005**  
**by Włodzimierz Łapot**  
Wszelkie prawa zastrzeżone

**ISBN 83-87431-67-2**

Autor zdjęcia na okładce: Monika Fabiańska

---

Wydanie I. Ark. druk. 20,9. Ark. wyd. 22.  
Przekazano do drukarni w lutym 2005.  
Podpisano do druku w marcu 2005. Papier offset. 80 g

---

Printed by Zakład Poligraficzny. Waldemar Wiliński  
ul. Chopina 6, Gliwice

## TREŚĆ

Od autora .....	5
1. Mięczaki perłowe .....	8
2. Masa perłowa .....	20
3. Kopalna masa perłowa .....	35
4. Historia pereł .....	40
4.1. Pereły naturalne .....	41
4.2. Pereły hodowane .....	46
5. Kategorie pereł .....	51
6. Budowa i występowanie pereł naturalnych .....	64
7. Cykl hodowlany .....	68
8. Budowa pereł hodowanych i obszary kultywacji .....	76
8.1. Pereły jądrowe .....	77
8.2. Pereły półjądrowe .....	79
8.3. Pereły bezjądrowe .....	82
9. Utwory perłopodobne .....	93
10. Badanie pereł .....	100
10.1. Metody podstawowe .....	101
10.2. Metody zaawansowane .....	114
11. Ocena pereł .....	130
11.1. Wielkość .....	135
11.2. Forma .....	139
11.3. Barwa .....	141
11.4. Orient / overton .....	146
11.5. Połysk .....	149
11.6. Powierzchnia .....	152
11.7. Powłoka .....	155
11.8. Kompletacja .....	158
11.9. Rzadkość występowania .....	158
11.10. Staranność wykonania otworu .....	159
12. Geneza efektów optycznych pereł i masy perłowej .....	160
13. Szacowanie wartości pereł naturalnych i hodowanych .....	176
14. Certyfikat i protokół badania .....	186
15. Metody poprawiania pereł i ich rozpoznawanie .....	191
16. Imitacje pereł i ich rozpoznawanie .....	199
17. Wiązanie i osadzanie pereł; typy wyrobów .....	204
18. Zasady użytkowania i przechowywania pereł .....	231
19. CIBJO: pereły – terminologia i definicje .....	233
20. Charakterystyka gemmologiczna pereł .....	238
Bibliografia .....	247



## Od autora

W historii ludzkości trudno jest znaleźć takie czasy, w których perły i masa perłowa nie cieszyłyby się uznaniem. Także współczesność nie jest pod tym względem wyjątkowa, bowiem perły pasują dziś, podobnie zresztą jak niegdyś, do każdego wieku, stroju, miejsca, pory dnia, pory roku, mogą być zakładane przy każdej okazji i w każdych okolicznościach. Różnica między współczesnością i czasami minionymi polega przede wszystkim na tym, że nastąpiło ogromne poszerzenie, zarówno oferty jak i dostępności pereł. Stało się tak przede wszystkim dzięki perfekcyjnemu opanowaniu metod hodowli pereł. Wprawdzie o początkach hodowli pereł można mówić sięgając pamięcią do średniowiecznych dokonań chińskich hodowców półpereł czy do osiemnastowiecznych eksperymentów Linneusza, jednak w pełni świadomy i prawdziwie przemysłowy charakter hodowli rozpoczyna się dopiero z końcem XIX wieku, wraz z pierwszymi udanymi eksperymentami hodowlanymi podjętymi nieomal równocześnie w kilku regionach świata, np. w Australii, w Japonii, w Ameryce Środkowej czy w Ameryce Północnej. Z wielu próbujących wówczas tylko nielicznym, najbardziej wytrwałym udało się osiągnąć realny sukces. Z pewnością największy należy do *Kokichi Mikimoto*, „króla pereł” - jak go później nazwano. Wytyczonym przez niego szlakiem w latach następnych podążyli inni. Kilkadziesiąt lat później z hodowlą pereł eksperymentowano już na dużą skalę w Chinach, Indochinach, Korei, Filipinach, Indonezji, Polinezji, Ameryce Północnej, a ostatnio także w Nowej Zelandii, Meksyku, a nawet Europie. Dzięki temu produkcja pereł rozwinęła się na niebywałą skalę, można by nawet rzec, że w czasach współczesnych spowszedniała. Jak nigdy dotąd, dzięki opanowaniu do perfekcji metod hodowli, wspartemu coraz to wszechstronniejszymi badaniami naukowymi, dysponujemy dziś ogromnym bogactwem kategorii i gatunków pereł i z coraz szerszym asortymentem ich barw, wielkości i form. Jednocześnie, wraz z postępem badań naukowych, rezultaty hodowli pereł stają się coraz to bardziej przewidywalne, a ryzyko niepowodzenia w takiej działalności coraz to mniejsze. W rezultacie także ceny są coraz to bardziej przystępne, a co za tym idzie, popularność pereł jest coraz to większa.

Równoległe z rozwojem metod hodowli i rosnącą popularnością pereł miało miejsce poszukiwanie nowych, coraz to lepszych sposobów imitacji pereł. Wprawdzie pierwsze imitacje pereł pojawiły się już u zarania dziejów ludzkości, a ich najstarsze znaleziska pochodzą z czasów antycznych, to jednak tak naprawdę znaczący rozwój wytwórczości coraz to doskonalszych postaci imitacji pereł przypada dopiero na ostatnie stulecia, a szczególnie wiek XX. Wytwarza się ich dzisiaj kilkadziesiąt rodzajów, a ich udział w rynku jest bardzo poważny. Niektóre z nich są tak doskonale zaprojektowane i wykonane, że na pierwszy rzut oka do złudzenia przypominają perły, a ich identyfikacja wymaga użycia czasem nawet bardzo wyrafinowanych i zaawansowanych technologicznie metod badawczych.

Równie odległych czasów sięga użycie różnych metod upiększania i poprawiania pereł; w dawniejszych czasach – opartych głównie na środkach naturalnych, np. wydzielinach i sokach naturalnych, w nowszych czasach – na osiągnięciach nauki, np. twardym promieniowaniu, syntetycznych substancjach chemicznych. Wiele z tych procedur bywa stosowanych dziś rutynowo, z wysokim znanstwem inżynierii materiałowej. Rozpoznanie ich zastosowania wymaga użycia czasem bardzo wysoko rozwiniętych metod analizy instrumentalnej, np. fluorescencji rentgenowskiej, laserowej spektrometrii ramanowskiej, spektrometrii fluorescencji.

Wspomniane wyżej zróżnicowanie pereł, które nastąpiło w XX wieku, jest następstwem opanowania nowych metod hodowli pereł z wykorzystaniem różnych gatunków małży i ślimaków perlorodnych, różnych środowisk ich bytowania i różnych sposobów ich kultywacji, a także stymulacji i kontroli wzrostu. Równoległe z poszerzeniem się produkcji pereł rozwijały się i udoskonalwały coraz to nowe metody i techniki produkcji imitacji. Na to nakładają się jeszcze coraz to bardziej nowoczesne metody upiększania (poprawiania) pereł.

Dzięki temu można dziś łatwo dobrać perły do każdych okoliczności, do każdego wieku, podkreślając swym charakterem osobowość nabywcy. Ale jednocześnie równie łatwo można natknąć się na bardzo dobrze zrobione imitacje lub na perły bardzo starannie upiękkszane, z ogromnym znawstwem zagadnienia. Przy tak ogromnej liczbie możliwości dokładna wiedza o perłach jest wręcz niezbędna, by nie popełniać błędów, niekiedy brzemiennych w skutki, np. finansowe, ale także towarzyskie. Potrzebna jest zwłaszcza dobra znajomość kategorii pereł i sposobów postępowania z nimi.

Perły są generalnie dzielone na:

- naturalne,
- hodowane.

Pierwsze wzrastają bez ingerencji człowieka, drugie z inicjującym, kontrolującym i ingerującym udziałem człowieka w przebieg procesu kultywacji. Zarówno jedne jak i drugie wzrastają we wnętrzu mięczaka perłorodnego bytującego w wodach słodkich, bądź słonych. Na tej podstawie wyróżnia się perły:

- słodkowodne,
- słonowodne.

Zarówno perły słodkowodne jak i słonowodne, wzorem brylantów, dzielone bywają na:

- białe, wśród których najwyżej cenione są perły biało-różowe do biało-srebrnych, biało-kremowych i biało-żółtych,
- o barwach fantazyjnych., wśród których największe zainteresowanie wzbudzają tzw. „perły czarne” i „perły złote”.

Z uwagi na formę perły dzielone są też na dwie kategorie, tj. perły:

- okrągłe (kuliste),
- baroki (baroki symetryczne i baroki asymetryczne); do baroków zalicza się wszystkie formy różniące się wyglądem od postaci kulistej.

Zróżnicowanie pereł znajduje także odbicie w powszechnym odbiorze; różne perły są różnie oceniane i opisywane; potocznie mówi się najczęściej o perłach, że są: „proste”, „romantyczne”, „klasyczne”, „jedyne w swoim rodzaju”, „szczególne”, „niepowtarzalne”, „zachwycające”, „urzekające”, itd. Profesjonaliści mówią natomiast, że perły są: „bez skazy”, „niepoprawialne”, „o doskonałym połysku”, „z pięknym orientem”, „z bogatym overtone”, „soczystą barwą”, „symetryczną formą”, „dostatecznie grubą powłoką perłową”, dzięki czemu dobrze rokuje ich długowieczność, itp. Oba sposoby opisu i odbioru pereł dzieli zasadniczo podejście do pereł; pierwsze – uczuciowe - opiera się na ogólnym, czasem nawet niezupełnie uświadomionym wrażeniu wywieranym przez perłę na obserwatorze i jest w pełni subiektywne i afektywne, podczas gdy drugie – beznamietne - stara się przełożyć wrażenie wywierane przez perłę na kryteria możliwe zupełnie obiektywne. Zarówno jedno jak i drugie stanowisko ma swoje niewątpliwe zalety i powinno być uwzględniane i wykorzystywane w upowszechnianiu znajomości pereł, choć z punktu widzenia oceny handlowej pereł drugie podejście jest bardziej praktyczne oraz dość powszechnie preferowane i akceptowane. Niewątpliwie jest ono potrzebne wszystkim zajmującym się profesjonalnie perłami.

Adekwatnie do zróżnicowania pereł kształtują się również ich ceny; dostępne są zarówno perły spełniające wszystkie kryteria produktu masowego, relatywnie tanie jak i perły niepowtarzalnie piękne, wręcz unikatowe, tym samym niezwykle kosztowne, ale jednocześnie spełniające wszystkie kryteria produktu markowego. Stąd ogromne zróżnicowanie cen pereł; od paru do paruset dolarów za produkt masowy i od kilkudziesięciu tysięcy dolarów do blisko miliona dolarów za produkt markowy, unikatowy. To z kolei rodzi potrzebę wiarygodnej identyfikacji i oceny pereł, zwłaszcza jeśli uwzględnimy obecność imitacji w obrocie rynkowym oraz coraz powszechniejsze stosowanie wobec pereł coraz to bardziej wymyślnych, wyrafinowanych, ultranowoczesnych metod ich upiękkszania. Osobami, które na co dzień muszą rozstrzygać różne dylematy dotyczące identyfikacji i oceny, ale także

sposobów postępowania z perłami, są przede wszystkim gemmolodzy i jubilerzy. To od jakości i poziomu ich wiedzy zależy w dużym stopniu jakość rad udzielanych nabywcom podczas dokonywania wyboru pereł oraz objaśniających zasady postępowania z perłami w trakcie ich użytkowania (pozwala to nabywcy zachować pereły w dobrym stanie przez wiele lat), a tym samym poziom akceptacji pereł przez klientów, ale także ocena fachowości jubilerów. Wiedza ta potrzebna jest także nieustannie jubilerowi przy wykonywaniu i naprawach różnorodnych wyrobów. Brak odpowiednich wiadomości może oznaczać ryzyko narażenia pereł na potencjalnie szkodliwe działania niosące ze sobą często nieodwracalne i niepożądane szkody.

\*\*\*

Jest to pierwszy w polskim obszarze językowym podręcznik skierowany przede wszystkim do osób zajmujących się profesjonalnie perłami, a więc głównie gemmologów, rzeczoznawców jubilerskich, jubilerów oraz hurtowników wyrobów jubilerskich i materiałów gemmologicznych. Nieliczne dotychczasowe opracowania mają bądź zbyt powierzchowny, wręcz lakoniczny charakter, a tym samym niezbyt przydatny profesjonalistom, bądź są nazbyt fragmentaryczne, bądź też dawno się już zdezaktualizowały wobec bardzo szybkiego postępu jaki dokonał się i nieustannie dokonuje w hodowli pereł. Nie oznacza to jednak, że z tego podręcznika nie mogą i nie powinni korzystać amatorzy - miłośnicy pereł. Wręcz przeciwnie. Powinni z niego korzystać np. kolekcjonerzy i miłośnicy kamieni szlachetnych, antykwariusze i kolekcjonerzy wyrobów z perłami i masą perłową, wreszcie zwyczajni miłośnicy i nabywcy pereł. W podręczniku zawarty jest bowiem wiele informacji, które są bardzo przydatne zarówno przy wyborze pereł podczas ich zakupu jak i w codziennej ich pielęgnacji i utrzymaniu. Są też informacje, które mogą być pomocne geologom, paleontologom, archeologom i historykom sztuki.

Autor nie sądzi, by miał monopol na tego rodzaju opracowania i będzie bardzo wdzięczny czytelnikom za krytyczne uwagi i opinie, które z pewnością przyczynią się zarówno do polepszenia jakości pracy dydaktycznej jak i kolejnych edycji książkowych.

## 1. Mięczaki perłowe

Mięczaki (*Mollusca*) to obok stawonogów i strunowców, jeden z trzech najbogatszych w gatunki typów świata zwierzęcego. Zalicza się do niego co najmniej 135 tysięcy gatunków współczesnych i kilkadziesiąt tysięcy wymarłych (Vaught 1989).

Mięczaki odznaczają się wielkim zróżnicowaniem budowy i rozmiarów ciała - od poniżej 1 mm, np. niektóre ślimaki, do przeszło 21 m, np. głębinowe głowonogi z rodzaju *Architeuthis*. Znane od początków kambru, pełne zróżnicowanie osiągnęły już w dolnym paleozoiku; trwa ono do dziś. Ich pochodzenie nie jest jasne; podejrzewa się, że wywodzą się z organizmów podobnych do współczesnych pierścienic lub wstężnic (Berg, Ville 1996).

Wyróżnia się dwa podtypy mięczaków:

- **obunerwce** (*Aculifera*), pierwotniejsze, reprezentowane przez kilkaset morskich gatunków z dwiema gromadami: **bruzdobrzuchy** (*Solenogastres*) i **chitony** (*Polyplacophora*),
- **muszlowce** (*Conchifera*), bardziej zróżnicowane, zasiedlające środowisko wodne i lądowe, obejmujące pięć gromad: **małże** (*Bivalvia*), **ślimaki** (*Gastropoda*), **jednotarczowce** (*Monoplacophora*), **walconogi** (*Scaphopoda*) i **głowonogi** (*Cephalopoda*).

Mięczaki zasiedlają głównie środowiska wodne (słono- i słodkowodne); niektóre przeszły do środowiska lądowego. Większość to zwierzęta morskie; skolonizowały wszystkie strefy basenów słonowodnych. Jedynie małże i ślimaki żyją także w wodach słodkich, a ślimaki również w środowisku lądowym. Prowadzą różnoraki tryb życia: pełzają (większość ślimaków), ryją w podłożu (małże, łódkonogi, bruzdobrzuchy), przytwierdzają się do podłoża (niektóre małże i ślimaki), aktywnie pływają (głowonogi), unoszą się biernie w wodzie (niektóre grupy ślimaków). Większość jest roślinożerna, makro- i mikrofagiczna, niektóre są drapieżne, a nieliczne stały się pasożytami (Berg, Wille 1996).

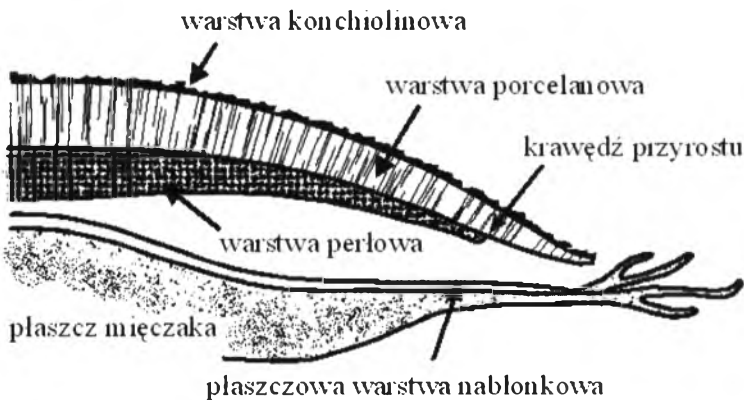


Fig. 1.1. Przekrój brzegowej części skorupy muszlowca na przykładzie słonowodnego ślimaka *Haliotis iris*.

Wytwórcami masy perłowej i pereł są tylko niektóre muszlowce (Czopek 1999). Ich ciała okryte jest charakterystycznym płatem skórno-mięśniowym zwanym płaszczem, który ma zdolność generowania muszli (zwanej też konchą lub skorupą), swego rodzaju szkieletu zewnętrznego czyli struktury mineralno-organicznej, będącej wytworem matrycy białkowej ulokowanej w nabłonkowej części płaszcza (fig. 1.1). Wobec ewolucyjnego zaniku u mięczaków zdolności do regeneracji części ciała, dobór naturalny premiował taki właśnie sposób ochrony organizmu przed urazami mechanicznymi. Muszla powiększa się i pogrubia („rośnie”) przez całe życie mięczaka, adekwatnie do wzrostu ciała. Nie jest to jednak proces

zupełnie ciągly, lecz okresowy, uwarunkowany w dużym stopniu właściwościami środowiska bytowania mięczaka, np. temperaturą wody, poziomem jej zasolenia, obfitością pożywienia (Berg, Wille 1996). Muszle „rosną” na krawędzi zewnętrznej i od wewnątrz (Dance 2001). Atrakcyjnie wyglądające wzory na powierzchni muszli to odzwierciedlenie powtarzających się rytmicznie okresów przyrostu i przerw, ewentualnie zakłóceń w przyroście muszli. U prymitywnych mięczaków muszla miała kształt czapeczki. W wyniku ewolucji uległa przekształceniu i przybrała w poszczególnych grupach mięczaków odmienną postać, np. u małży składa się z dwu części połączonych więzadłem (tzw. muszla dwuklapowa), u ślimaków jest jednoczęściowa, spiralnie skręcona, a u głowonogów – wielokomorowa (Dance 2001).

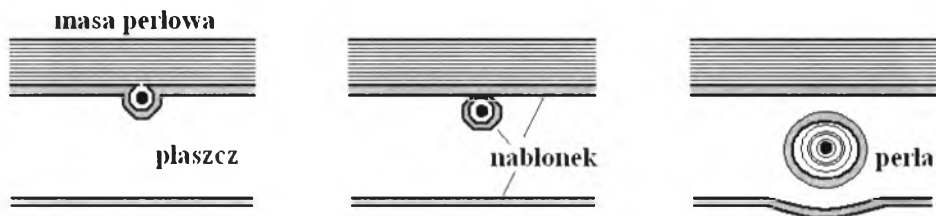


Fig. 1.2. Hipotetyczny rozwój perły.

Muszlownce (*Conchifera*) wyścielają wewnątrz swych muszli masą perłową. Jest to substancja mineralno-organiczna, wyróżniająca się szczególnym, niepowtarzalnym, swoistym wyglądem. Właściwości masy perłowej poszczególnych gatunków i rodzajów mięczaków nie są dokładnie takie same. Znajduje to odzwierciedlenie np. w odmiennych barwach podstawowych, w różnym połysku, w obecności lub braku orientu czy overtonu oraz w zmienności tych cech. Zróżnicowanie wyglądu masy perłowej mięczaków znajduje odzwierciedlenie w jej mikrobudowie (mikroarchitekturze; Yao et al.). Najbardziej atrakcyjnej wizualnie masy perłowej dostarczają (Czopek 1999):

- **ślimaki morskie**, głównie z rodzaju *Haliotis*, *Trochus* i *Turbo*,
- **małże morskie** (głównie *Pteridae*) i **śłodkowodne** (głównie *Unioidea*),
- **głowonogi** (głównie *Nautilus*).

Mięczaki o muszli wyścielonej masą perłową (zwanej też *macicą perłową*) są jednocześnie potencjalnie zdolne do wytwarzania pereł. Pereł to sferoidalne twory zbudowane z masy perłowej, bardziej lub mniej regularnie ukształtowane (Schumann 1997). Powstają w wyniku specyficznej, spontanicznej reakcji obronnej mięczaka. Zazwyczaj chodzi o neutralizację irytanta czyli obcego, uwierającego bądź drażniącego ciała (obiektu), które przedostało się do wnętrza muszli mięczaka i którego nie udało się mu wydalić w zwykły sposób (Matlins 1996). Może nim być niewielki odprysk muszli, mikrokonkrekcja, ziarenko piasku, komórka lub grupa komórek pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, np. jaja tasiemca, nicienia, niewielki pasożyt, larwa, obumarłe komórki samego mięczaka, wreszcie zdefektowany różnymi przyczynami fragment tkanki nabłonkowej płaszcza mięczaka, np. wskutek skaleczenia przez drapieżnika. Reakcja obronna mięczaka polega na obudowaniu i izolacji intruza narastającymi przez całe życie warstewkami masy perłowej (fig. 1.2). Tym samym ów irytant staje się zarodkiem przyszłej pereł. W przypadku tworzenia się naturalnych pereł typu *blister* (tzw. *perel pęcherzowych*) reakcja obronna mięczaka polega głównie na dążeniu do zasklepienia masą perłową otworu w muszli, który wydrążył i którym usiłował wdrzeć się do jej wnętrza drapieżnik lub pasożyt, bądź też na izolacji intruza, który przywarł do wewnętrznej powierzchni muszli, przez pokrycie go warstewkami masy perłowej. Najdoskonalszym kształtem pereł jest kula. Taki kształt mogą osiągać jedynie pereły wzrastające swobodnie w ciele mięczaka czyli tzw. *perły wolne* (fig. 1.2). Pereły zrosnięte z



muszlą nazywane są *półperlami* (tzw. *perły pęcherzowe* lub *perły luskowe*, zwane też odpowiednio *mabe* lub *blister*). Perły tworzone są przez te same komórki nabłonka płaszczowego co i wyścielająca muszlę masa perłowa (macica perłowa); mają też tę samą budowę tworzącej je masy perłowej (Matlins 1996) oraz wykazują te same efekty optyczne.

Największej ilości najładniejszych pereł dostarczają słono- i słodkowodne małże, a z nich *perłoplawy* i *perloródki*. Są to małże zamieszkujące płytkowodną strefę denną mórz tropikalnych i niektórych mórz strefy subtropikalnej; bytują w tych wodach do głębokości 30 - 50 m. Najatrakcyjniejszej masy perłowej dostarczają natomiast ślimaki należące do *uchowców* (słuchotek) oraz małże słono- i słodkowodne.

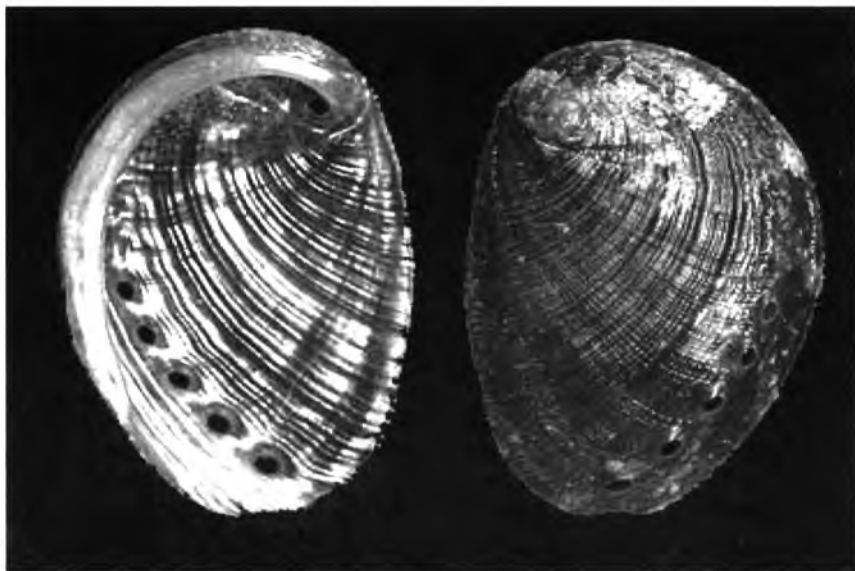


Fig. 1.3. *Haliotis janus* – wewnątrz (po lewej) i wierzch (po prawej) muszli ślimaka ([www.gastropods.com](http://www.gastropods.com)).

### Ślimaki (*Gastropoda*)

Mają muszlę pojedynczą, zazwyczaj spiralnie skręconą w prawo (rzadko spotykane są ślimaki zwijające muszlę w lewo), niekiedy całkowicie zredukowaną. Najpiękniejszą masę perłową oraz półperły wytwarzają ślimaki należące do (Coomans 1973):

- **uchowców (słuchotek)** (*Haliotidae*), których nazwa pochodzi od kształtu ich muszli, przypominającego wyglądem małżowinę uszną (fig. 1.3.); ze względu na pokrój muszli są one często mylone z małżami. Jest to duża rodzina, licząca ponad 100 gatunków rozproszonych w wielu płytkich słonowodnych środowiskach kuli ziemskiej tropikalnej, subtropikalnej i umiarkowanej strefy klimatycznej; szczególnie obficie występują na amerykańskim szelfie Oceanu Spokojnego, wzdłuż zachodnich, północnych i wschodnich wybrzeży Australii, u wybrzeży Nowej Zelandii, w przybrzeżnych wodach Afryki Południowej oraz w ciepłych wodach wschodniej części Oceanu Atlantyckiego (fig. 1.4). Żyją w wodach o bardzo szerokim przedziale temperatury, od 2-30 stopni Celsjusza. Barwa i relief wierzchniej części muszli pokrytej często algami i skorupkami drobnych żyłatek (np. pąkli) czyni je trudno zauważalnymi na dnie. Najlepiej czują się w strefie przyboju, na dnie skalistym, położonym na głębokości nie przekraczającej 20 m. Ale spotykane są także na większych głębokościach, nawet do 400 m. Ich duża dobrze umięśniona stopa pozwala przytwierdzać się im solidnie do



Fig. 1.4. Występowanie uchowców na kuli ziemskiej (wg [www.vetigastropoda.com](http://www.vetigastropoda.com)).

Objaśnienia barw: błękitna (zachodnie wybrzeża Ameryki Północnej – *Haliotis corrugata*, *Haliotis fulgens*, *Haliotis cracherodii*, *Haliotis kamtschatkana*, *Haliotis rufescens*, *Haliotis sorenseni*, *Haliotis walallensis*, błękitna (Morze Śródziemne) – *Haliotis pustulata*, *Haliotis stromatiaeformis*, *Haliotis tuberculata*, granatowa (Ocean Indyjski) – *Haliotis clathrata*, *Haliotis mariae*, *Haliotis ovina*, *Haliotis pustulata*, *Haliotis rugosa*, *Haliotis unilateralis*, granatowa (Polinezja) – *Haliotis asinina*, *Haliotis clathrata*, *Haliotis crebrisculpta*, *Haliotis dissona*, *Haliotis dohrniana*, *Haliotis fatum*, *Haliotis jacnensis*, *Haliotis ovina*, *Haliotis pulcherrima*, *Haliotis thailandis*, *Haliotis varia*, zielona (zachodnie wybrzeża Ameryki Środkowej) – *Haliotis dalli*, *Haliotis roberti*, zielona (Azja Południowo-Wschodnia) – *Haliotis asinina*, *Haliotis clathrata*, *Haliotis dissona*, *Haliotis diversicolor*, *Haliotis dohrniana*, *Haliotis exigua*, *Haliotis fatum*, *Haliotis glabra*, *Haliotis jacnensis*, *Haliotis ovina*, *Haliotis planeta*, *Haliotis squamata*, *Haliotis thailandis*, *Haliotis varia*, zielona (Nowa Zelandia) – *Haliotis iris*, *Haliotis australis*, *Haliotis virginea*, żółta (Japonia) – *Haliotis discus*, *Haliotis diversicolor*, *Haliotis exigua*, *Haliotis gigantea*, *Haliotis madaka*, *Haliotis planeta*, pomarańczowa (Australia) – *Haliotis asinina*, *Haliotis brazieri*, *Haliotis clathrata*, *Haliotis coccoradiata*, *Haliotis cyclobates*, *Haliotis dissona*, *Haliotis elegans*, *Haliotis hargravesi*, *Haliotis laevigata*, *Haliotis ovina*, *Haliotis planeta*, *Haliotis roei*, *Haliotis rubra*, *Haliotis rubiginosa*, *Haliotis scalaris*, *Haliotis semiplicata*, *Haliotis sqamata*, *Haliotis thailandis*, *Haliotis varia*, czerwona (wschodnie wybrzeża Ameryki Środkowej i Południowej) – *Haliotis aurantium*, *Haliotis pourtalesii*, czerwona (Morze Czerwone) – *Haliotis pustulata*, *Haliotis unilateralis*, czerwona (Madagaskar) – *Haliotis clathrata*, *Haliotis pustulata*, *Haliotis squamosa*, *Haliotis unilateralis*, fioletowa (Afryka Zachodnia) – *Haliotis marmorata*, brązowa (Afryka Południowa) – *Haliotis midae*, *Haliotis parva*, *Haliotis pustulata*, *Haliotis queketti*, *Haliotis spadicea*, *Haliotis speciosa*.

skalnego podłoża. Siła przyczepu może stanowić nawet kilkudziesięcną wielokrotność wagi ich ciała. Są niezbyt mobilne. Całe życie spędzają w tym samym rejonie dna morskiego, Szczególną aktywność życiową przejawiają nocą. Są makrofagami. Żywią się głównie algami zdzieranymi szorstkim językiem (radulą) z powierzchni skał. Są cenione nie tylko z powodu pięknych muszli, których wewnętrzna strona wyścielona jest grubą warstwą egzotycznie lśniącej masy perłowej, lecz także ze względu na walory kulinarne. Uchowce (ang. *abalone*) mają muszle, które osiągają wielkość od około 10 cm do przeszło 30 cm, a waga ich ciała może sięgnąć nawet kilograma. Są przysmakiem delfinów. Ale najgroźniejszy okazał się dla nich człowiek. Ze względu na bardzo dobry smak mięsa cieszą się dużym uznaniem (cena mięsa uchowca oscyluje między 45 a 60 euro za kilogram), toteż są nagminnie zbierane; w wielu rejonach świata obserwuje się gwałtowny spadek ich liczebności, np. u wybrzeży

amerykańskich, afrykańskich (Matlins 1996). Choć w dużej części objęte są już ochroną gatunkową, to wobec rabunkowej gospodarki prowadzonej na niektórych akwenach wielu z nich zagraża całkowite wyginiecie, np. żyjącym w akwenach afrykańskich czy amerykańskich. W konsekwencji, w niektórych akwenach zostało ich już tak niewiele, że zaprzestano połowów i rozpoczęto ich hodowlę. Najstarsze hodowle mają już nawet po kilkadziesiąt lat. Największe, silnie ekonomicznie farmy hodowlane skupione są u wybrzeży amerykańskich, nowozelandzkich i australijskich. W ostatnich latach obserwuje się coraz większe zainteresowanie hodowlą uchowców także w Azji i Europie, np. w Korei Południowej czy we Francji. Ważnym produktem tych hodowli jest także masa perłowa oraz perły (Fankboner 1995). Masa perłowa uchowców używana jest do wytwarzania galanterii jubilerskiej

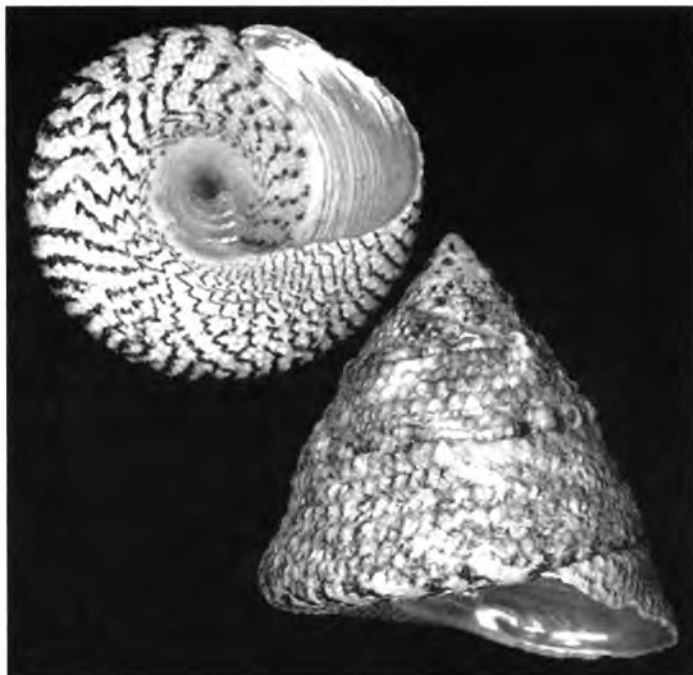


Fig. 1.5. *Trochus rotus* – muszla en face i z profilu (www.gastropods.com).

i różnych, przeważnie drobnych przedmiotów codziennego użytku, np. popielniczek, różnorakich uchwytów, guzików, zapinek, plakietek; ba ostatnio zaczęto bardzo szeroko stosować ją jako wierzchnią warstwę laminatów, płytek, paneli i różnorakich powłok ozdobnych oraz w intarsjach. Powodowane jest to atrakcyjnym, bardzo egzotycznym wyglądem owej masy perłowej. Uchowce wytwarzają także perły. Przeważnie są to perły typu *blister* (naturalne) lub *mabe* (hodowane). Niektóre z nich jakością nie odbiegają od pereł pozyskiwanych z małży. Świadczy o tym poziom osiąganych cen, porównywalny z ceną wysokiej jakości pereł z małży,

- **trochusów** (*Trochacea*), zwłaszcza rodziny *Trochidae* i *Turbinidae*, występujące w morzach strefy międzyzwrotnikowej i podzwrotnikowej, a także umiarkowanej. Mają muszlę w kształcie stożka, często o spiczastym zakończeniu i płaskiej podstawie, o wysokości dochodzącej u największych okazów do 15-20 cm (Dickinson 1968). Zewnętrzna powierzchnia muszli przeważnie żywo ubarwiona; wnętrze pokryte warstwą atrakcyjnej masy perłowej (fig. 1.5, 1.6). Trochusy są roślinożerne. Istnieje ich ok. 1000 gatunków.



Fig. 1.6. *Turbo saxosus* – muszla (www.gastropods.com).

Do najbardziej znanych należą: *Trochus niloticus*, *Trochu conus*, *Turbo sarmaticus*, *Turbo chrysostomus*; są chętnie poławiane w celu pozyskania muszli i mięsa; ich mięso uznawane jest za przysmak. W końcu XIX i na początku XX wieku ich muszle były podstawowym źródłem masy perłowej stosowanej w produkcji guzików.

- **skrzydelników** (*Strombidae*), znanych przede wszystkim ze wspaniałych i bardzo okazałych muszli, które są cenną zdobyczą kolekcjonerów (fig. 1.7). Muszle skrzydelników osiągają od kilku do kilkudziesięciu cm długości; u osobników dorosłych krawędź okalająca otwór muszli jest silnie rozbudowana i przypomina kształtem skrzydło; stąd nazwa (Jung, Heitz 2001). Skrzydelniki cenione są z uwagi na zdolność do wytwarzania utworów perłopodobnych o czerwonym ubarwieniu. Ślimaki te zamieszkują dno strefy przybrzeżnej mórz tropikalnych; szczególnie liczne są u wybrzeży Florydy i pobliskich wysp. Ich mięso nadaje się do konsumpcji.

### **Małże (*Bivalvia*)**

Charakteryzują się muszlą złożoną z dwu połówek, połączonych wzdłuż górnego brzegu wiązadłem (*ligamentum*), czyli elastyczną warstwą konchioliny oraz ząbkami, tworzącymi tzw. zawias wapienny. Znane są od kambru. Zamieszkują wody słone i słodkie na całej kuli ziemskiej. Zinwentaryzowano około 20 000 gatunków małży; drugie tyle znanych jest w stanie kopalnym (Purchon 1968). Współczesne małże osiągają rozmiary od 0,2 cm do 150 cm długości; ciężar największych osobników może dochodzić nawet do 200 kg. Liczne gatunki są poławiane, a nawet hodowane w celach konsumpcyjnych, np. ostrygi.

W powszechnej świadomości utrwaliło się przekonanie, że tylko małże są zdolne do wytwarzania masy perłowej i pereł. Jak wiadomo, również niektóre inne mięczaki są zdolne do wytwarzania masy perłowej i pereł, np. ślimaki. Masa perłowa oraz perły tworzone przez

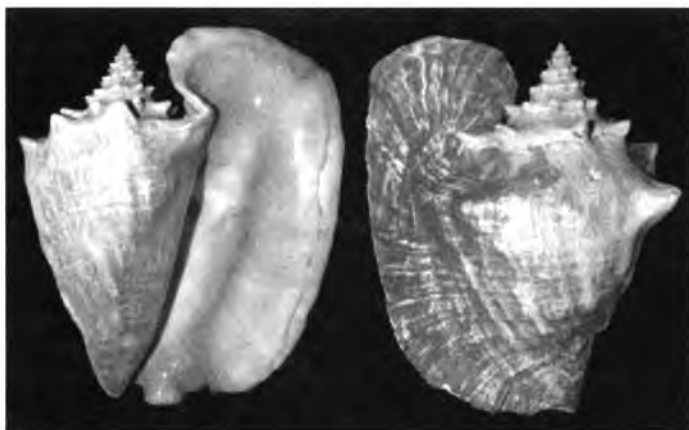


Fig. 1.7. *Strombus gigas* – muszla widziana od spodu i od wierzchu (www.gastropods.com).

niektóre gatunki małży są znane od niepamiętnych czasów i jednocześnie bardzo wysoko cenione; wynika to z ich jakości. Liczba gatunków małży, dostarczających pereł i masy perłowej, szacowana jest na około 70 (Dickinson 1968). Są wśród nich małże słodkowodne (głównie *perloródki*) i słonowodne (głównie *perłoplawy*).

Do najbardziej rozpowszechnionych małży słodkowodnych o muszli wyścielonej masą perłową należą (Shirai 1994):



Fig. 1.8. *Margaritifera margaritifera* – słodkowodna europejska *Perloródka rzeczna* (www.skolan.hudiksvall.se).

- **perloródkowate (*Margaritiferidae*)**. Preferują czyste, dobrze natlenione, bystre górskie strumienie z zimną i miękką wodą. Ich siedliska powinny być ocienione przez drzewa liściaste (preferują olchy) i mieć podłoże żwirowate. Nieomal wszystko, co związane jest z człowiekiem, szkodzi perloródkom: zanieczyszczenia komunalne i przemysłowe, nawozy spływające z pól, wyrąb lasów, regulacja biegu strumieni. Ponadto do rozrodu potrzebują

jeszcze ryb, bowiem w stadium larwalnym pasożytują przez krótki czas (około 2 tygodni) na skrzelach ryb łososiowatych. Określone gatunki pasożytują tylko na określonej rybie, np. *Perłoródka rzeczna* łączy się tylko z *Pstrągiem potokowym*. Ponieważ ten jest coraz bardziej wypierany przez przybysza z Ameryki Północnej – *Pstrąga tęczowego*, tym samym utrudnia to cykl rozwojowy *Perłoródki rzecznej*. Perłoródki dożywają sędziwego wieku, nawet stu lat, dojrzałość płciową osiągając dopiero około dwudziestego roku życia. Muszla perłoródki jest owalna, o długości do 15 cm, barwy brunatnoczarniej (fig 1.8) - posiada grubą warstwę interesującej masy perłowej. Przyrost muszli jest powolny i wynosi około 1 mm na rok. Perłoródki potrafią wytwarzać perły o stosunkowo dużych rozmiarach. Perły rosną jednak bardzo powoli. Dla wytworzenia perły o średnicy 8 mm potrzeba około 30-40 lat. Ocenia się, że perła występuje średnio w jednej z trzech tysięcy muszli. Gatunkiem z tej rodziny notowanym w polskich rzekach jest *Perłoródka rzeczna* (*Margaritifera margaritifera*). Niestety od blisko stu lat nikt jej w Polsce żywej nie widział. Był to jedyny rodzimy małż wytwarzający perły. Jeszcze na przełomie XVI i XVII wieku Sudety były prawdziwą mekką tych małży i tworzonych przez nie pereł (Wrońska 2001). Ich opis dał Anzelm Boetius de BOOT, osobisty lekarz Cesarza Rudolfa II, wielkiego miłośnika klejnotów. Podobną relację o perłach z sudeckich rzek przedstawił w tym samym czasie także dr Kacper Schwenkweld (Wrońska 2001). Wspomina w niej o występowaniu w rzece *Kwisie* pereł różnej wielkości. Podaje, że w jednym małżu mogło występować nawet po kilkanaście drobnych pereł wielkości grochu; duże perły spotykane były natomiast pojedynczo lub parami. Te ostatnie uznał za częściej spotykane. Najprawdopodobniej małż ten wyginął z racji zanieczyszczenia środowiska, choć i poszukiwacze pereł z pewnością mu w tym także pomogli. Już król August II Mocny w 1729 roku wydał edykt zabraniający kłusowniczego połowu pereł w *Kwisie* oraz ustanowił okresy ochronne dla młodych małży (Wrońska 2001); ale rabunkowa gospodarka małżami trwała nadal. Systematyczny połów pereł zamarł około 1800 roku. Wskazuje na to zapisek poczyniony przez proboszcza parafii w *Leśnej* (Sudety Zachodnie).

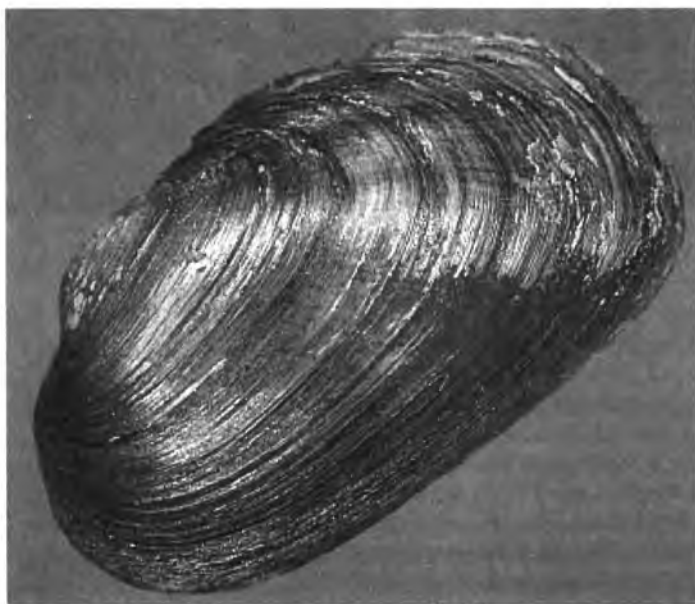


Fig. 1.9. *Unio crassus* – wygląd muszli (www.femorale.com.br).

Potem były to już raczej przypadkowe znaleziska. Ostatnią ławicę 67 martwych muszli *Perloródki rzecznej* odkryto w Sudetach w 1957 roku w potoku *Žrenica* (obecnie *Koci Potok*) na granicy polsko-czeskiej. Próby reimplantacji sprowadzonych z Czech kilkudziesięciu *Perloródek* w sudeckim potoku *Žrenica* nie powiodły się. Jednak *Perloródka* wciąż figuruje na liście polskich zwierząt chronionych. *Perloródka* była niegdyś bodaj najbardziej rozpowszechnionym małżem słodkowodnym. Jej populacje występowały na całej półkuli północnej: w Europie, Azji i Ameryce. Jej siedliska przekraczały nawet 70° szerokości geograficznej, a na korzystnych stanowiskach spotykało się nawet do 60 małży na 1 m<sup>2</sup>. W XX wieku nastąpił kryzys. W Europie zanikło prawie 90% populacji. Nieliczne rozwijające się jeszcze nadal kolonie przetrwały zaledwie w kilku krajach. Najwięcej jest ich w Szkocji,

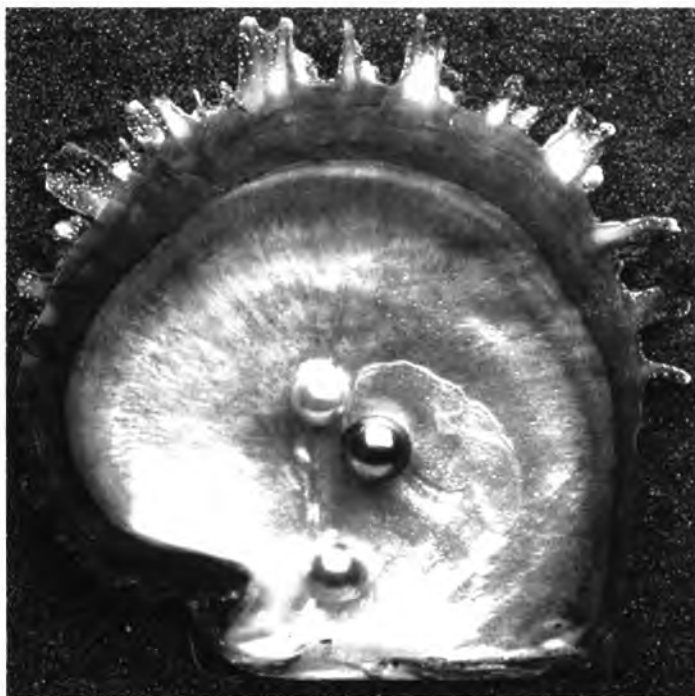


Fig. 1.10. Wnętrze muszli *Pteridae* (www.voguegioiello.net).

Rosji (Półwysep Kola) i Kanadzie. Bardzo pieczołowicie chronione, choć stopniowo wymierające siedliska występują ponadto jeszcze w Czechach, Litwie, Estonii, Danii, Finlandii, Szwecji, Irlandii, Francji, Niemczech, Hiszpanii i Portugalii. Od paru lat podejmowane są w Europie eksperymenty hodowlane z wykorzystaniem *Perloródki*, np. we Francji (Wogezy), mające na celu zachowanie gatunku oraz wypracowanie metod hodowli europejskich pereł słodkowodnych i masy perłowej. Powodzenie tych eksperymentów w dużym stopniu uzależnione jest od jakości środowiska naturalnego, które w Europie - jak powszechnie wiadomo - doznało sporego uszczerbku w minionych dziesięcioleciach.

- **skójkowate** (*Unionidae*). Mają muszle kształtu owalnego, o długości od kilku do kilkunastu centymetrów (fig. 1.9). Najlepszą masę perłową i pereły, niekiedy różnych barw, wytwarzają: *Unio margaritifera* i *Unio sonio* (szczególnie rozpowszechnione w Ameryce Północnej i Europie), *Anodonta cygnea* (szczególnie rozpowszechnione w Ameryce Północnej i Europie), *Hyriopsis schlegeli* (tzw. *Suchotka*; małż znany też pod lokalnymi nazwami "ike-cho-gai",

“*sankakuho*”, “*karasu*” lub “*shiwa-gai*”; szczególnie rozpowszechniony w Japonii i Chinach), *Hyriopsis cumingi*, (szczególnie rozpowszechniony w Chinach) *Cristaria plicata* (szczególnie rozpowszechniony w Chinach). Żyją od kilku do kilkudziesięciu lat. Występują w jeziorach i rzekach Europy, Azji Wschodniej i Ameryki Północnej (Matteson 1955). Wskutek zbyt intensywnie prowadzonego odłowu oraz wskutek zanieczyszczenia i regulacji wód są dziś silnie przetrzebione. Część objęta została ochroną gatunkową. Są hodowane na farmach perłowych, np. w Japonii, Chinach, Azji Południowo-wschodniej. Do skójkowatych należą także słodkowodne małże, występujące w Polsce, reprezentowane przez 6 gatunków, należących do szczęzi (*Anodonta*) oraz skójek (*Unio*). Ich muszle bywają używane do wyrobu drobnych przedmiotów i fantazyjnej biżuterii z masy perłowej. Z wyjątkiem szczęzi pospolitej (*Anodonta anatina*), wszystkie objęte są ochroną (Zając 1999).

Do najbardziej rozpowszechnionych małży słonowodnych o muszli wyścielonej masą perłową i jednocześnie zdolnych wytwarzać perły należą:

- *Pteridae* (fig. 1.10), wśród których szczególne znaczenie mają *Pinctada* i *Pteria* a zwłaszcza takie gatunki jak:

- *Pinctada margaritifera* (fig. 1.11) - tworzy liczne podgatunki, z których największe znaczenie ma *Pinctada margaritifera cumingi* rozpowszechniony szczególnie w wodach przybrzeżnych wysp Polinezji, ale spotykany także u wybrzeży Meksyku, Panamy, Filipin, powszechnie wykorzystywany w hodowli tzw. „czarnych pereł”, np. na Tahiti oraz *Pinctada margaritifera perscia*, rozpowszechniony szczególnie w Zatoce Perskiej i wzdłuż wybrzeży Indii, a także *Pinctada margaritifera erythreensis*, rozpowszechniony szczególnie w Morzu Czerwonym, wzdłuż wybrzeży Mozambiku, Madagaskaru, Tanzanii, Seszeli, Północnej Australii i Ameryki Środkowej (Wenezuela, Panama, Meksyk),

- *Pinctada fucata martensi* - szczególnie rozpowszechniony u wybrzeży Japonii i znany tam pod lokalną nazwą „*akoya-gai*”,

- *Pinctada californica* - szczególnie rozpowszechniony u zachodnich wybrzeży Ameryki Północnej,

- *Pinctada imbricata* - szczególnie rozpowszechniony na atlantyckich wybrzeżach Ameryki Środkowej,

- *Pinctada maculata*, - szczególnie rozpowszechniony u wybrzeży wysp Polinezji, często współwystępuje z *Pinctada margaritifera*,

- *Pinctada maxima*, - szczególnie rozpowszechniony wzdłuż wybrzeży Australii, Indonezji, Nowej Gwineji, Birmy, Filipin i Polinezji,

- *Pinctada mazatlanica* - rozpowszechniony wzdłuż wybrzeży Meksyku i Panamy,

- *Pinctada penguin* - rozpowszechniony w Oceanie Indyjskim, Morzu Czerwonym i Pacyfiku; bywa nazywany też *Preria penguin* i jest wykorzystywany głównie w produkcji półpereł, np. na Okinawie (Japonia); często współwystępuje z *Pinctada sternums* zwanym też *Pteria sternums*,

- *Pinctada radiata* - rozpowszechniony jest w Zatoce Perskiej i wzdłuż wybrzeży Indii, stwierdzony także u wybrzeży Wenezueli,

- *Pinctada vulgaris* - rozpowszechniony w Zatoce Perskiej, Morzu Czerwonym i Oceanie Indyjskim,

- *Pinctada carcharias* - rozpowszechniony u zachodnich wybrzeży Australii; największe ławice lokują się w zatoce Shark Bay.

Małże te żyją przeważnie w dużych ławicach na dnie ciepłych mórz strefy okołorównikowej na głębokościach nie przekraczających zazwyczaj 30 metrów. Prowadzą osiadły tryb życia, przytwierdzając się w młodości do podłoża specjalną wydzieliną zwana bisiolem (Berg, Wille 1996). Ich muszle osiągają, zależnie od gatunku i warunków środowiskowych średnicę od kilku do 30 cm i ciężar nawet do około 10 kg. Wyróżniają się grubą warstwą atrakcyjnej wizualnie masy perłowej i prostym brzegiem zawiasowym, którego tylne zakończenie bywa



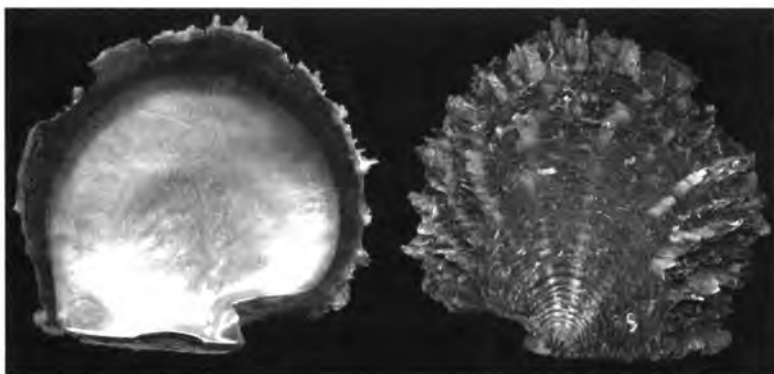


Fig. 1.11. *Pinctada margaritifera* - spodnia i wierzchnia strona muszla  
([www.femorale.com.br](http://www.femorale.com.br)).

silnie wyciągnięte w kształt kolca. Najcenniejszych pereł i poszukiwanej masy perłowej dostarczają głównie: *Pinctada margaritifera* i *Pinctada maxima*. *Pteridae*, zależnie od gatunku i warunków bytowania dają pereł i masę perłową różnej barwy, od zupełnie białej, poprzez różne odcienie różowej, żółtej, zielonej, niebieskiej, fioletowej, grafitowej, do nieomal czarnej (Ward 1998). Wzrost średniej wielkości pereł naturalnej może trwać nawet kilkanaście lat.

Dużo mniejsze znaczenie w pozyskaniu pereł i masy perłowej mają słonowodne małże zaliczane do:

- **Pinnidae**, z *Pinna nobilis* na czele, rozpowszechniony w Morzu Śródziemnym, Morzu Czerwonym, Oceanie Indyjskim i wzdłuż wybrzeży amerykańskich,
- **Tridacnidae**, z *Tridacna gigas* na czele, rozpowszechniony w Oceanie Indyjskim i w Pacyfiku,
- **Placunidae**, z *Placuna placenta* na czele; występuje w Oceanie Indyjskim i Pacyfiku, szczególnie rozpowszechniona u wybrzeży Sri Lanki i Borneo.



Fig. 1.12. *Nautilus* – przekrój muszli (komory wyścielone masą perłową  
([www.trekearth.com](http://www.trekearth.com)).

### **Głowonogi (*Cephalopoda*)**

Są najwyżej zorganizowane wśród mięczaków; obejmują ok. 600 gatunków zamieszkujących morza i oceany. U większości żyjących gatunków muszla uległa zanikowi albo redukcji, przy czym szczątki jej ukryte są wewnątrz płaszczu. Pośród współczesnych głowonogów muszlę wyścieloną masą perłową mają tylko łodziki (*Nautilus*, fig. 1.12). Dotychczas doliczono się sześciu gatunków łodzików (Boyle 1987). Zamieszkują one wody Oceanu Spokojnego na obszarze Mikronezji, Melanezji i Morza Koralowego. Ich muszla osiąga wielkość 10-27 cm. Ma symetryczną budowę i jest podzielona wewnętrznie na szereg komór, z których największa, ostatnia, stanowi schronienie dla ciała zwierzęcia; pozostałe, puste pełnią rolę pływaka przy unoszeniu się w toni wodnej. Muszla łodzika jest skręcona spiralnie, przy czym przez środek muszli wzdłuż jej linii spiralnego zwoju biegnie cienki przewód, tzw. syfon, będący przedłużeniem ciała, łączący wszystkie komory. Ubarwienie muszli jest białawe w poprzeczne brązowe pręgi. Wnętrze muszli pokrywa warstwa dość atrakcyjnej wizualnie masy perłowej. Muszle łodzika wykorzystywane są chętnie do wyrobu ozdób, a mięso jest spożywane. Największe muszle tworzy łodzik (*Nautilus pompilus*), osiągający 22 cm długości, oraz łodzik nowokaledoński (*Nautilus macromphalus*), dochodzący do 24 cm długości. Atrakcyjnej masy perłowej dostarczają również kopalne głowonogi. Nieliczne, dobrze zachowane kopalne masy perłowe głowonogów osiągają ceny porównywalne z najcenniejszymi materiałami gemmologicznymi, np. kopalna masa perłowa amonitów, czyli tzw. ammolit (korit).

## 2. Masa perłowa

Już w starożytności, podobnie zresztą jak dziś, stosowano ją jako cenne tworzywo dekoracyjne, używając do wyposażania rezydencji, inkrustacji luksusowych mebli, zdobienia broni, uroczystych szat i różnych przedmiotów codziennego użytku. Wykorzystywano ją również do produkcji drobnych narzędzi, np. haczyków do połowu ryb, skrobaków. Jeszcze w pierwszej połowie dwudziestego wieku był to podstawowy materiał do produkcji guzików, spinek, ozdobnych klamer, itp.; w następnych latach materiał ten został w znacznym stopniu wyparty przez plastik. W formie sproszkowanej, jako składnik różnorodnych maści oraz w postaci roztworów, jako składnik różnorodnych nalewek, stosowano masę perłową jako lek na różne dolegliwości. Współcześnie duże ilości masy perłowej zużywane są przez przemysł kosmetyczny do produkcji różnorodnych kremów, luksusowych past do zębów i masetek upiększających. Bardziej wyrafinowaną formą użytkowania masy perłowej jest wykorzystanie jej w medycynie. Już przed dwoma tysiącami lat Majowie z Hondurasu używali jej jako implantów zębowych (Bobbio 1972). W nowoczesnej ortopedii aragonit muszli perłopława *Pinctada maxima* używany jest z dobrym skutkiem do stymulacji wzrostu ludzkich osteoblastów (Silve et al., 1992) oraz jako implanty, substytuty kości dobrze tolerowane przez organizm człowieka.

Jednak najwyższej cenioną formą występowania i użytkowania masy perłowej pozostają nadal perły oraz jubilerskie wyroby z masy perłowej. Zainteresowanie nimi sięga najdawniejszych czasów, a ślady ich użytkowania spotyka się już w zabytkach pochodzących z wczesnego paleolitu. Perły *sensu stricto*, tzn. utworzone z masy perłowej, są potencjalnie zdolne wytworzyć wszystkie morskie i słodkowodne mięczaki (*Mollusca*) o muszli wyścielonej masą perłową (*macicą perłową*).

Muszla mięczaka składa się przeważnie z trzech typów warstw (fig. 2.1):

- **wierzchniej** (*periostracum*) czyli tzw. warstwy konchiolinowej (zwanej też warstwą rogową),
- **środkowej** (*ostracum*) czyli tzw. warstwy pryzmatycznej (zwanej też warstwą porcelanową),
- **wewnętrznej** (*hipostracum*) czyli tzw. warstwy perłowej (zwanej też macicą perłową albo warstwą lamelarną).

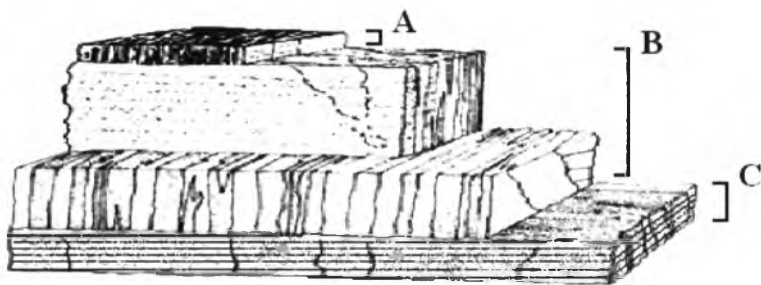


Fig. 2.1. Przekrój muszli mięczaka: A – periostracum, B – ostracum, C - hipostracum.

Materiałem budulcowym tych warstw jest:

- **węglan wapnia** ( $\text{CaCO}_3$ ), substancja mineralna występująca w postaci kalcytu (trygonalny polimorf węglanu wapnia), bądź w postaci aragonitu (rombowy polimorf węglanu wapnia). Są one głównym tworzywem warstwy pryzmatycznej (kalcyt) i warstwy perłowej (aragonit). Jako izostruktralne domieszki obecne są w nich zmienne ilości sodu, magnezu, strontu i

siarki (fig. 2.2). Zależnie od warunków wzrostu, kryształy węglanu wapnia mogą mieć postać płytkową bądź słupkową (fig. 2.3),

- **konchiolina** (zwana czasem też konchinią) substancja organiczna o złożonej naturze, zbudowana w przeważającej części z białek i wielocukrów, (głównie grupy aminowe, amidowe i karboksylowe).

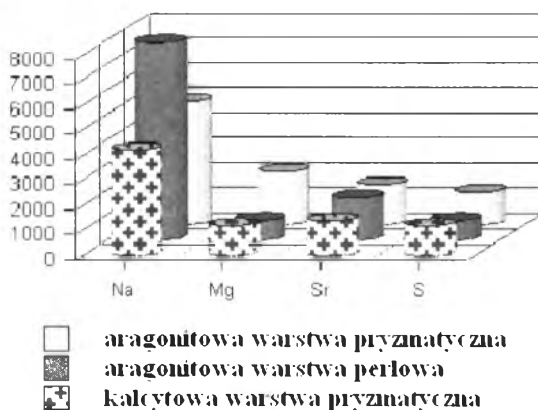


Fig. 2.2. Izostrukturalne domieszki sodu, magnezu, strontu i siarki w węglanach budujących muszle mięczaków (na przykładzie *Haliotis iris*, Dauphin, Denis 1995) .

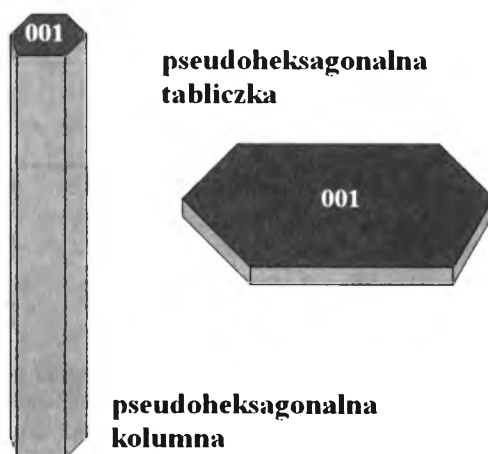


Fig. 2.3. Typowy pokrój kryształów węglanowych budujących skorupy mięczaków.

Głównym tworzywem wierzchniej, okrywowej warstwy muszli mięczaków czyli tzw. *periostracum* jest konchiolina. Jest to substancja organogeniczna, nierozpuszczalna w wodzie, etanolu i eterze, o właściwościach fizycznych podobnych do rogu, o przybliżonym średnim stechiometrycznym wzorze chemicznym  $C_{32}H_{48}O_{11}N_2$  i o własnościach i strukturze chemicznej zbliżonej do chityny; należy sądzić, że chityna jest w niej bardzo ważnym składnikiem. Konchiolina ma przeważnie budowę warstewkową lub blaszkową; oprócz

chityny zawiera też bardzo liczne białka oraz drobnodispersyjne pigmenty, nadające jej przeważnie brunatną, rzadziej inną barwę. Jest nieprzezroczysta. W konchiolinie obecne są również polifenole, woski, wreszcie sole nieorganiczne, np. węglan wapnia. W rezultacie w tak złożonej substancji zawartość chityny może być różna i często bywa, że jej udział obniża się do poziomu znacznie poniżej połowy suchej masy. Chityna, jak inne biopolimery o budowie pierścieniowej, np. celuloza czy mureina, ma w organizmach żywych podobną do nich funkcję do spełnienia; jest bowiem głównym materiałem strukturalnym i konstrukcyjnym elementów szkieletowych, chroniących lub podtrzymujących miękkie części organizmów. Chityna to długocząsteczkowy, strukturalny wielocukier (polisacharyd) zbudowany z reszt N-acetylo-D-glukozaminy, połączonych wiązaniami  $\beta$ -1,4-glikozydowymi. Jest więc pochodną celulozy i bardzo przypomina ją budową cząsteczek, z tą różnicą, że zamiast grupy  $-OH$  przy drugim węglu reszty glukopirazonowej jest grupa N-acetyloaminowa  $CH_3CO-NH-$  (fig. 2.4).

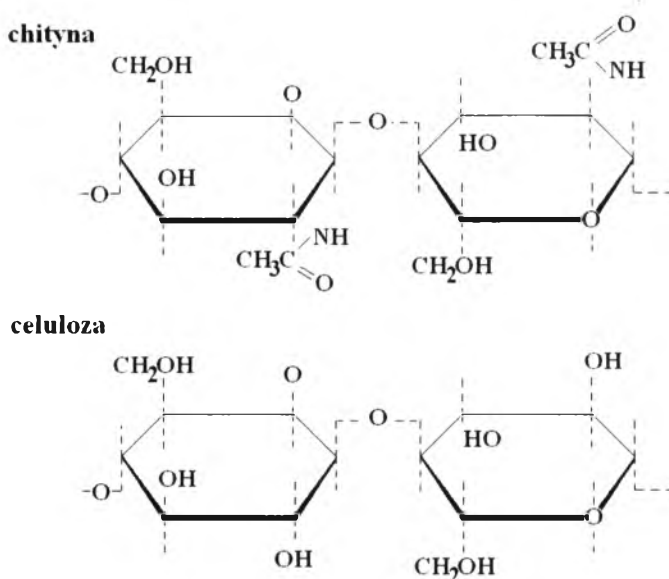


Fig. 2.4. Porównanie budowy cząsteczek chityny i celulozy – fragmenty struktury (wg Kączkowskiego 1987).

*Periostracum*, okrywając nieomal całą muszlę mięczaka, chroni ją przed korozją i erozją, tworzy środowisko sprzyjające biomineralizacji węglanowej, pokrywa i maskuje nierówności przyrostowe mineralnej części muszli (*ostracum* i *hipostracum*), w pewnym stopniu chroni muszlę przed pasożytami, wreszcie, dzięki odpowiednio dobranemu ubarwieniu, uczestniczy w kamuflażu mięczaka w miejscu jego bytowania (Leighton 1961).

Głównym tworzywem warstwy pryzmatycznej (*ostracum*) jest węglan wapnia. Jest to warstwa zbudowana z kryształów kalcytu lub kalcytu i aragonitu. W warstwie pryzmatycznej, z uwagi na pokrój, wielkość i zróżnicowanie wielkości tworzących ją kryształów oraz sposób ich agregacji można wyróżnić szereg odmian mikrostrukturalnych. Poszczególne odmiany tworzą zwykle podrzędnie zindywidualizowane warstewki. Kryształy węglanowe warstwy pryzmatycznej mają przeważnie pokrój słupkowy, igiełkowy lub włóknisty (wydłużone według osi krystalograficznej Z). Zazwyczaj układają się najdłuższą osią prostopadle względem ograniczających je powierzchni; zwykle jest to powierzchnia warstewki (fig. 2.5);

bywa, że ich skupienia mają mikrostrukturę sferolityczną lub sferolitycznie-włóknistą (fig. 2.6). Warstwa pryzmatyczna jest na ogół porcelanowo biała (Taylor 1973); jakkolwiek może mieć też inną barwę, np. seledynową, różową, niebieską, czerwoną, czarną. Charakteryzuje się dużą wytrzymałością mechaniczną i sporym zakresem elastyczności. Między innymi z tego powodu budzi duże zainteresowanie badaczy, gdyż jej własności mogą być doskonałym wzorcem dla projektowania nowych materiałów syntetycznych i różnorodnych samonośnych konstrukcji.

Głównym tworzywem warstwy perłowej (*hipostracum*) jest aragonit. Występuje przeważnie w postaci płytkowej. W zmiennej ilości towarzyszy mu konchiolina, wypełniając wąskie spoiny (o szerokości około 10 nm) pomiędzy pseudoheksagonalnymi płytkami aragonitu, których długość mieści się w przedziale 5-10  $\mu\text{m}$ , a grubość 0,2-0,6  $\mu\text{m}$ . *Hipostracum* ma budowę mikrowarstewkową; warstewki tworzone są przez płytki aragonitu o pokroju wielobocznym (sześciobocznym), leżące jedna nad drugą. Płytki aragonitu układają się z reguły równoległe do powierzchni ograniczających warstwę. Jednak mikroarchitektura warstwy perłowej bywa nieco zróżnicowana, np. zależnie od gatunku czy rodziny muszlowców. Na podstawie sposobu rozmieszczenia płytek aragonitowych wyróżnia się następujące odmiany mikroarchitektury masy perłowej:

- **kolumnową** (fig. 2.7), w której regularnie wykształcone płytki aragonitu tworzą charakterystyczne stopy; taka mikroarchitektura masy perłowej powszechna jest w muszlach głowonogów (*Cephalopoda*) i ślimaków (*Gastropoda*),
- **warstewkową** (fig. 2.8), w której regularnie wykształcone płytki aragonitu tworzą bardzo regularne warstewki; ta odmiana mikroarchitektury masy perłowej właściwa jest muszłom małży (*Bivalvia*) i jednotarczowców (*Monoplacophora*).

W warstwie perłowej niektórych gatunków mięczaków można natrafić również na mikroarchitekturę:

- **szachownicową** (fig. 2.9), w której regularnie uformowane płytki aragonitu zgrupowane są w pakiety i pęki równoległych kryształów ułożonych wzajemnie prostopadłe; w przekroju mikroskopowym daje to obraz przypominający wyglądem układ pól szachownicy,
- **homogeniczną** (fig. 2.10), w której okrągławe kryształy aragonitu rozmieszczone są dość chaotycznie, wręcz beładnie.

Warstwy perłowa i pryzmatyczna łączą się zwykle ze sobą w skorupie muszlowa za pośrednictwem cienkiej, przejściowej warstwy konchiolinowej, której grubość nie przekracza przeważnie kilkunastu, rzadziej kilkudziesięciu mikronów.

W mikroarchitekturze muszli mięczaka zapisują się trwale ślady różnych zmian, zachodzących w środowisku bytowania mięczaka i zdolnych skutecznie oddziaływać na ośrodki odpowiedzialne w ciele mięczaka za biomineralizację. Przekładają się one w postaci różnorodnych defektów wzrostu poszczególnych warstw muszli, np. nietypowych, zmarszczek przyrostowych, różnorodnych nieciągłości i innych zakłóceń przyrostu, zmiany wielkości, pokroju oraz składu mineralnego i chemicznego kryształów, tworzących poszczególne warstwy muszli jak i zmiany miąższości, budowy i składu mineralnego owych warstw, bądź ich barwy. Wśród czynników ekologicznych, mających istotny wpływ na przebieg formowania muszli i kształtowanie się budowy (mikrostruktury i mikrotekstury) jej warstw, za najważniejsze uznaje się:

- poziom i zakres wahań temperatury, panującej w środowisku bytowania mięczaka (Philips et al., 1973),
- skład i poziom zasolenia wód tego środowiska (Rhoads, Lutz 1980),
- ilość tlenu rozpuszczonego w wodzie (Rhoads, Lutz 1980),
- energię środowiska (Rhoads, Lutz 1980),
- zawartość węgla wapnia (Rhoads, Lutz 1980),
- dostępność, skład i jakość pożywienia (Ino 1949, Chunhabundit et al., 2003).

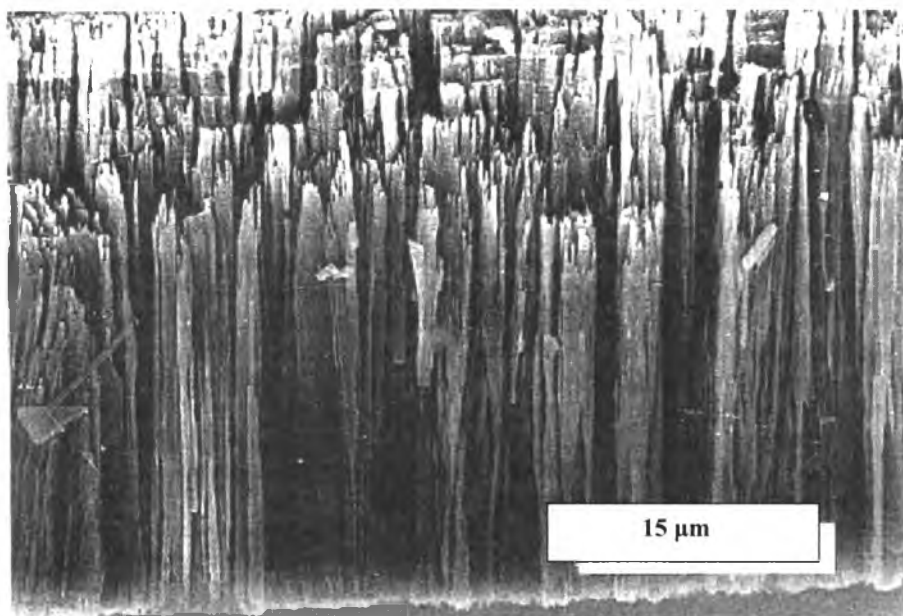


Fig. 2.5. SEM. Obraz mikroskopowy warstwy pryzmatycznej (*ostracum*) o budowie regularnej (muszla *Turbo Petholatus*, Chateigner, Hedegaard, Wenk 2000).

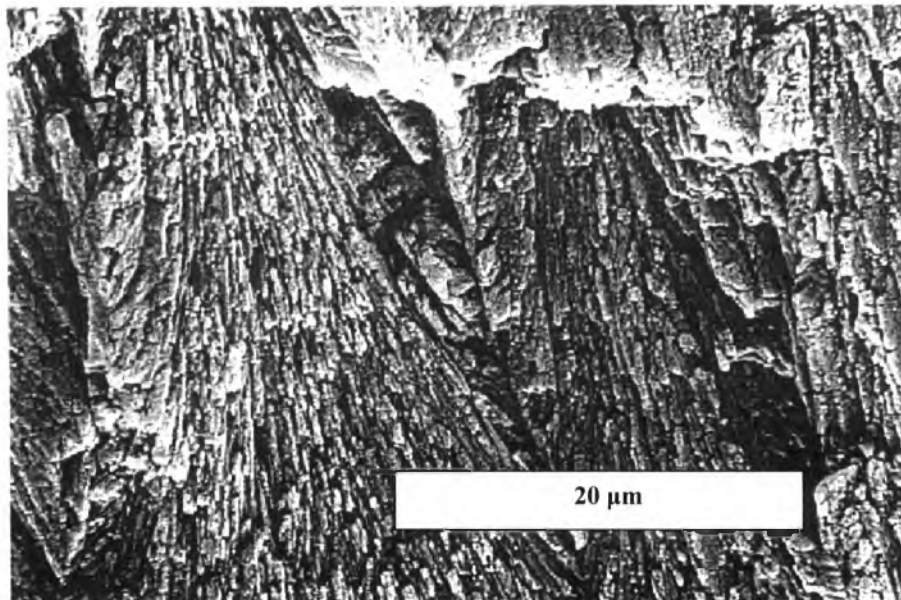


Fig. 2.6. SEM. Obraz mikroskopowy warstwy pryzmatycznej (*ostracum*) o budowie sferolityczno-radialnej (muszla *Tectus conus*, Chateigner, Hedegaard, Wenk 2000).

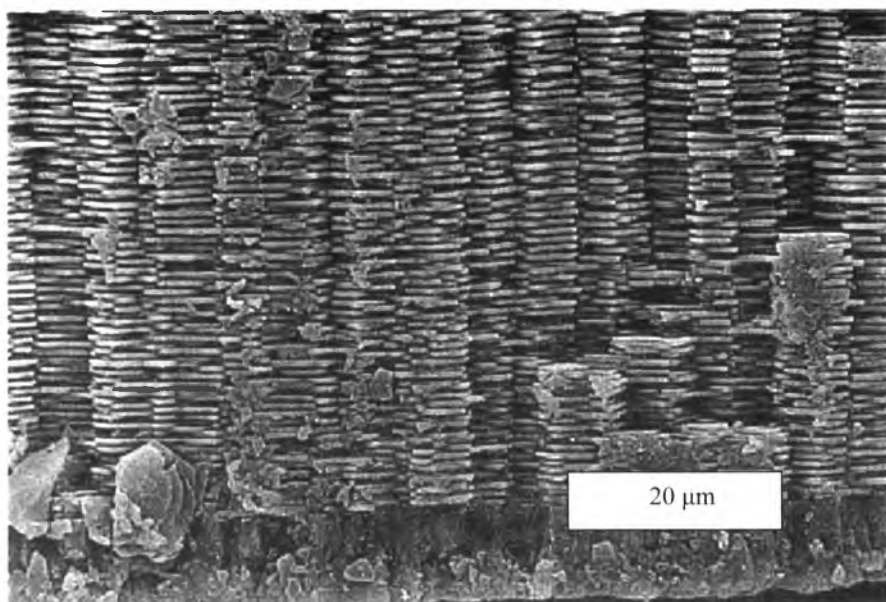


Fig. 2.7. SEM. Obraz mikroskopowy warstwy perłowej (*hipostracum*) o budowie kolumnowej (muszla *Turbo undulatus*, Chateigner, Hedegaard, Wenk 2000).

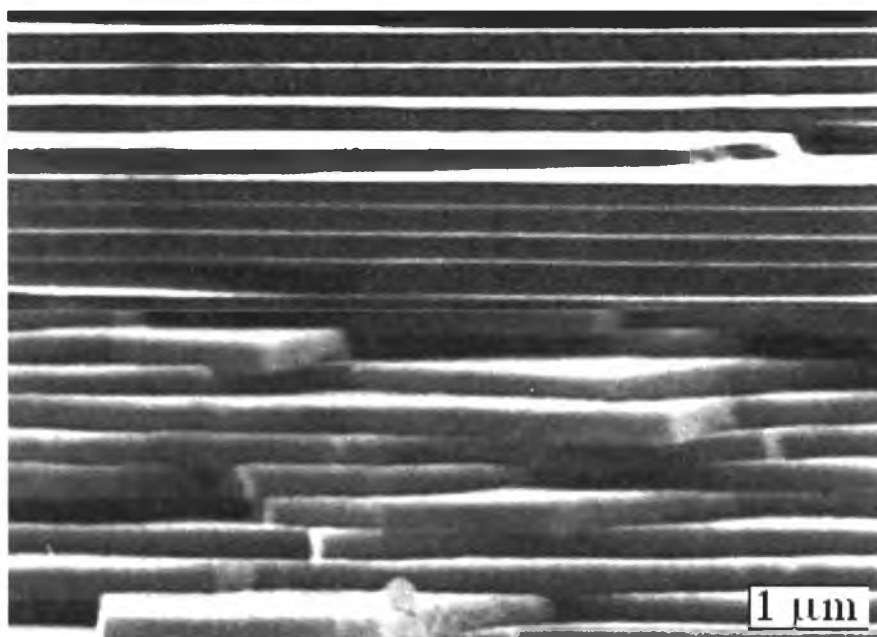


Fig. 2.8. SEM. Obraz mikroskopowy warstwy perłowej (*hipostracum*) o budowie warstewkowej (muszla *Haliotis iris*).



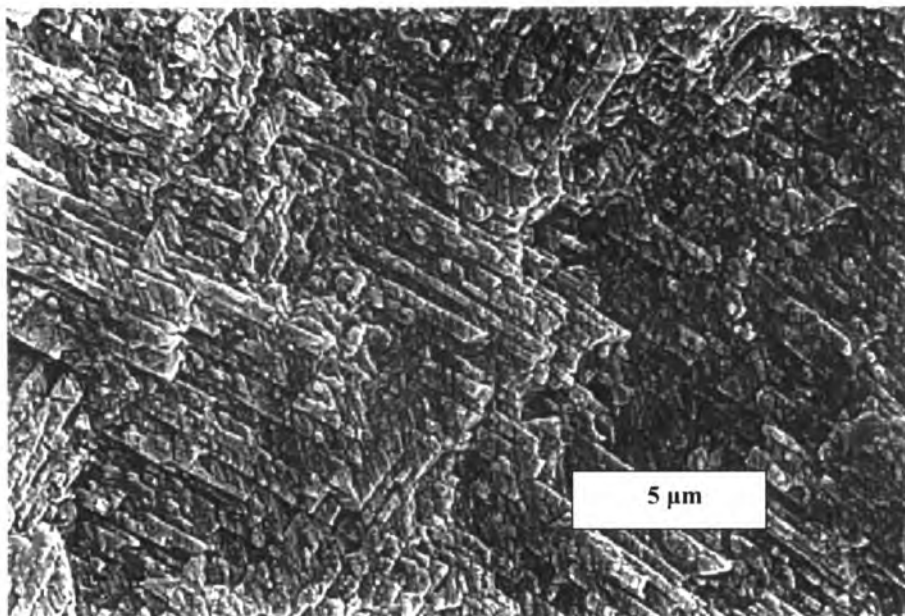


Fig. 2..9. SEM. Obraz mikroskopowy warstwy perłowej (*hipostracum*) o budowie szachownicowej (muszla *Liota granulosa*, Chateigner, Hedegaard, Wenk 2000).

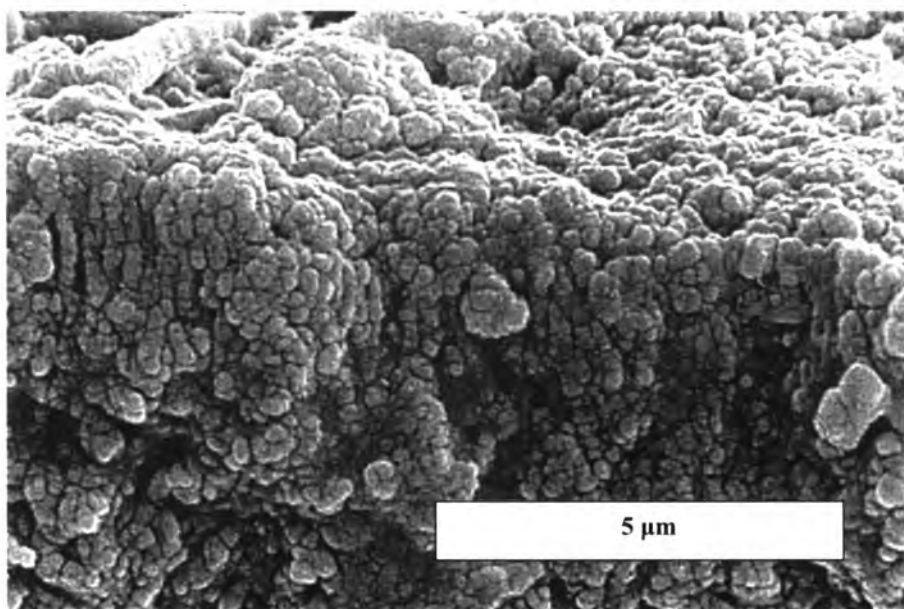


Fig. 2.10. SEM. Obraz mikroskopowy warstwy perłowej (*hipostracum*) o budowie bezładnej (muszla *Liota granulosa*; Chateigner, Hedegaard, Wenk 2000).

Mikrostrukturalne i mikroteksturalne własności muszli mięczaków były początkowo badane mikroskopem optycznym (Bøggild 1930). Dopiero jednak użycie mikroskopu elektronowego, dyfrakcji rentgenowskiej i cyklotronu umożliwiło znaczący postęp w tym zakresie (Hedegaard, Wenk 1998, Chateigner, Hedegaardb, Wenk 2000, DiMasi 2003). Mikrostrukturalna i mikroteksturalna analiza muszli mięczaków wykazała, że orientacja osi krystalograficznych kryształów węglanowych, tworzących poszczególne warstwy nie jest przypadkowa. Kryształy te wykazują określone uporządkowanie, wyrażające się jednym z kilku rodzajów symetrii, opisujących to uporządkowanie (fig. 2.11); bywa ono charakterystyczne dla określonego rodzaju lub nawet gatunku mięczaków (Kocks et al. 1998, Chateigner, Hedegaardb, Wenk 2000).

Osie krystalograficzne *Z* kryształów aragonitu, podstawowego tworzywa masy perłowej, mogą być (fig. 2.11):

- wzajemnie równoległe i prostopadłe do powierzchni, ograniczających warstwę perłową (fig. 2.11, schemat a),
- wzajemnie równoległe i pochylone pod pewnym kątem do powierzchni ograniczających warstwę perłową (fig. 2.11, schemat b); odchylenie to nie przekracza 15-25 stopni,
- wzajemnie nieco nierównoległe, choć jednocześnie prawie prostopadłe do powierzchni ograniczających warstwę perłową (fig. 2.11, schemat c), rozrzut owych kierunków układu się linijnie i nie przekracza zazwyczaj 20 stopni,
- równoległe do jednego z dwu kierunków wzajemnie odchylonych od siebie o pewien kąt, choć jednocześnie prawie prostopadłych do powierzchni ograniczających warstwę perłową (fig. 2.11, schemat d); wzajemne odchylenie obu kierunków jest niewielkie i zwykle nie przekracza 20-25 stopni.

Osie krystalograficzne *X* kryształów aragonitu tworzących masę perłową mogą być równoległe do (fig. 2.11.):

- jednego kierunku leżącego w płaszczyźnie warstwy perłowej (fig. 2.11, schemat e)
- dwu kierunków zawartych w płaszczyźnie warstwy perłowej (fig. 2.11, schemat f),
- trzech kierunków leżących w płaszczyźnie warstwy perłowej (fig. 2.11, schemat g),
- jednej płaszczyzny nachylonej pod bardzo niewielkim kątem względem płaszczyzn ograniczających warstwę perłową (fig. 2.11, schemat h); nachylenie tej płaszczyzny nie przekracza zazwyczaj kilkunastu stopni.

Prac, dotyczących tych zagadnień wykonano dotychczas bardzo niewiele, ledwie kilkanaście, np. Bøggild 1930, Wenk 1965, Wilmot et al. 1992, Chateigner, Hedegaard, Wenk 2000, DiMasi 2003. H. Mutvei (1978, 1980) stworzył nawet teorię wyjaśniającą powstawanie i rozmieszczenie płytek masy perłowej, ale jej konkluzja została podważona przez wyniki całkiem niedawnych badań (Hedegaard, Wenk 1998, Chateigner, Hedegaardb, Wenk 2000, DiMasi 2003).

Natura procesów biomineralizacji prowadzących do wytworzenia muszli węglanowej pozostaje nadal nierozpoznana, mimo pewnego postępu w tym zakresie, polegającego na stwierdzeniu zauważalnego związku między substratem organicznym wytwarzanym przez mięczaka (konchioliną) a procesem formowania się muszli (fig. 2.12), którego emanacją wydaje się być muszla oraz z szczególną strukturą organiczną tworzoną w tym celu w płaszczywym nabłonku mięczaka (Crick 1989, Suga 1991, Weiner, Traub 1984).

Masa perłowa, z materiałowego punktu widzenia jest zaliczana do tzw. biokompozytów (nanobiokompozytów). Wynika to z jej budowy (fig. 2.13). Polega ona na powiązaniu drobnych, sztywnych, regularnie uszeregowanych, mikronowych płytek krystalicznych (przeważnie aragonitowych) elastyczną substancją organiczną (konchioliną, fig. 2.14, 2.15), przy czym powierzchnia przylegających do siebie płytek nigdy nie jest zupełnie równa (fig. 2.16), a jej nierówności tworzą specyficzne struktury zazębienia (fig. 2.17, 2.18). W rezultacie

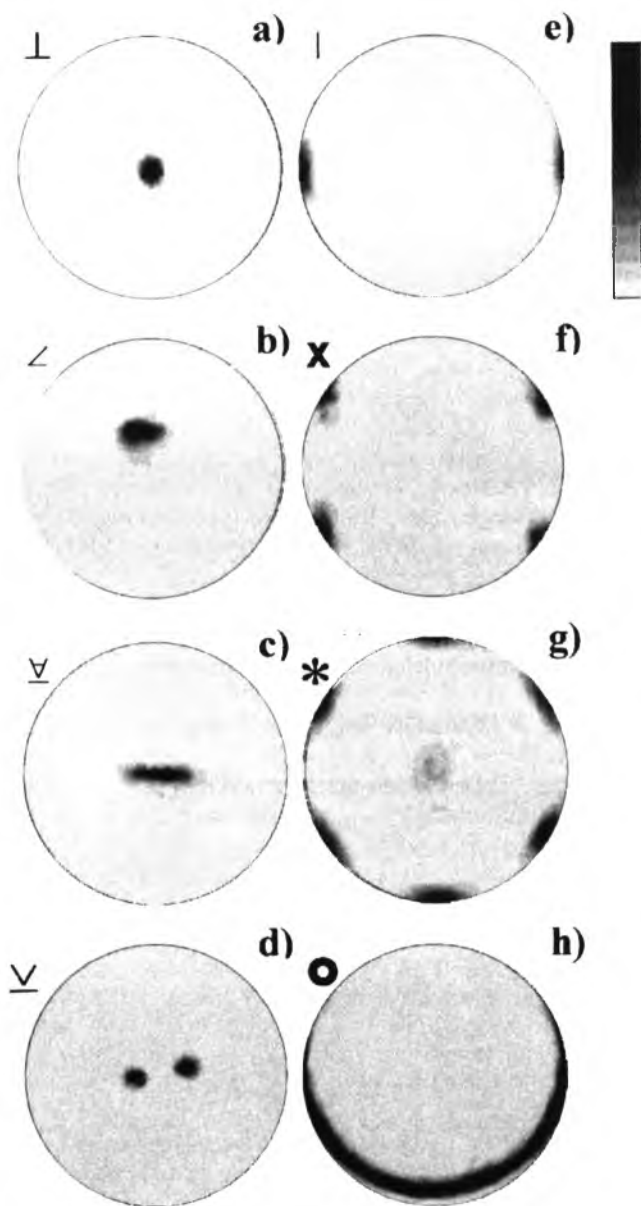


Fig. 2.11. Ułożenie kryształów aragonitu masy perłowej niektórych mięczaków na podstawie analizy położenia osi krystalograficznych: Z (lewa kolumna) i X (prawa kolumna) w: a – *Pinctada maxima*, b – *Nerita polita*, c – *Fragum fragum*, d – *Cypraea testudinaria*, e – *Helix pomatia*, f – *Conus leopardus*, g – *Nautilus pompilius*, h – *Haliotis cracherodi*. Kolumna po prawej: stopień koncentracji wychodni osi krystalograficznych - od zera (barwa biała) do stu procent (barwa czarna) (Chateigner, Hedegårdb, Wenk 2000).

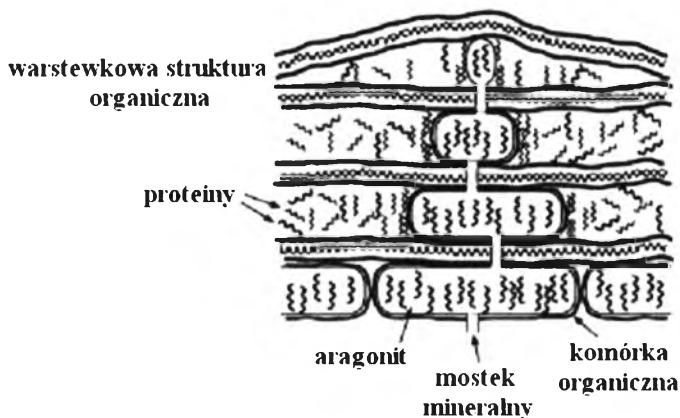


Fig. 2.12. Hipotetyczny model przyrostu masy perłowej (Feng et al. 1999).

materiał taki uzyskuje nowe własności, różne od własności materiałów składowych, np. wytrzymałość masy perłowej na rozerwanie jest dziesięciokrotnie większa od betonu; jednocześnie jest to materiał podatny, o wysokiej elastyczności. Elastyczność masie perłowej zapewnia konchiolinowa matrix (membrana) wyścielająca przestrzeń między płytkami. W warunkach tensji kompensuje ona powstające naprężenia poprzez wytworzenie swoistych mostków i pasm dylatacyjnych (fig. 2.16). Zupełnie otwartym i niezbadanym zagadnieniem pozostaje nadal wpływ substancji organicznej (konchioliny) na powstanie i kształtowanie się różnych własności fizycznych warstwy perłowej, a w szczególności jej własności optycznych. Że wpływ taki istnieje, dowodzą wyniki wielu eksperymentów hodowlanych, polegające na uzyskiwaniu od mięczaków tego samego gatunku mas perłowych różniących się znacząco własnościami, w tym i optycznymi, zależnie od warunków i przebiegu hodowli.. Uzyskiwano na przykład znacząco większe przyrosty masy perłowej wskutek użycia chemicznych inhibitorów wzrostu działających stymulująco na struktury organiczne odpowiedzialne za biomineralizację w ciele mięczaka. Innym przykładem może być poprawa jakości masy

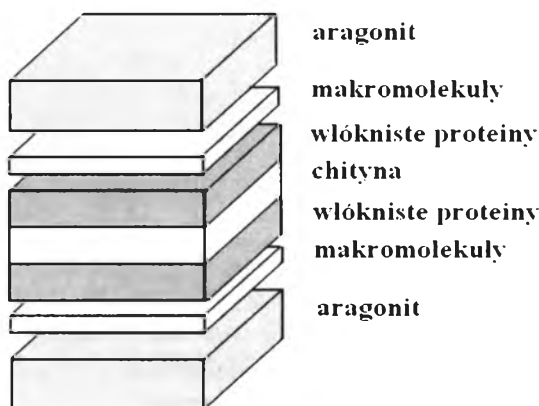


Fig. 2.13. Masa perłowa jako biokompozyt.

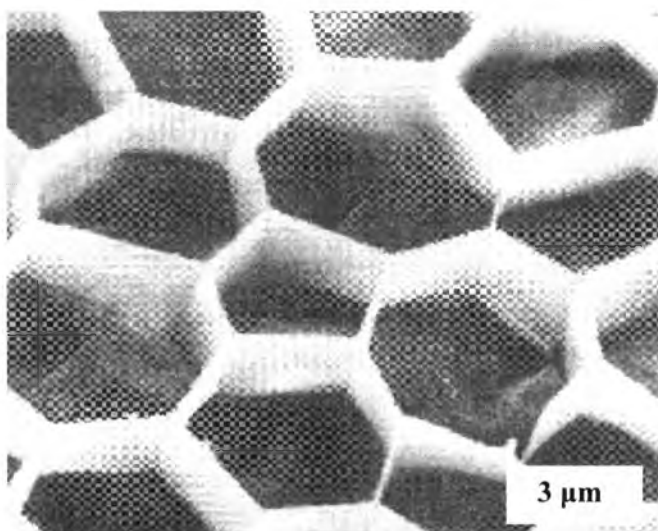


Fig. 2.14. Wypreparowane konchiolinowe błonki łączące aragonitowe płytki masy perłowej (The European Synchrotron Radiation Facility: <http://www.esrf.fr>).

perłowej (poprzez zmianę jej mikroarchitektury), bądź uzyskanie określonej oczekiwanej barwy masy perłowej poprzez zastosowanie w ich hodowli pożywienia o określonych właściwościach i składzie (Chunhabundit S., Chunhabundit P., Aranyakananda P., Moree N. 2003) lub poprzez stworzenie określonych warunków bytowania, np. intensywności oświetlenia, temperatura wody, zasolenie. Do podobnego wniosku można także dojść na podstawie porównania rozkładu udziału grup aminowych uczestniczących w budowie konchioliny pobranej z muszli mięczaków zdrowych i chorych (fig. 2.19). Choroba powoduje bowiem nie tylko znaczące zmiany stosunków ilościowych komponentów aminowych konchioliny, ale wpływa także na jej zdolność do generowania odpowiedniej jakości muszli (zdegenerowana masa perłowa, zdefektowane muszle).

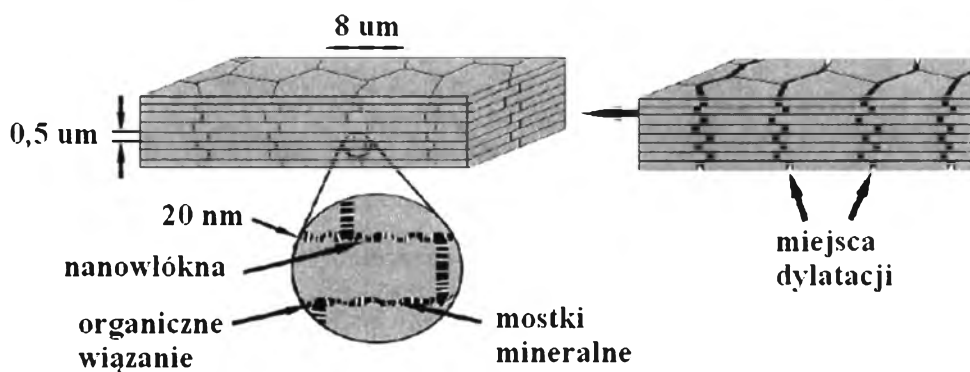
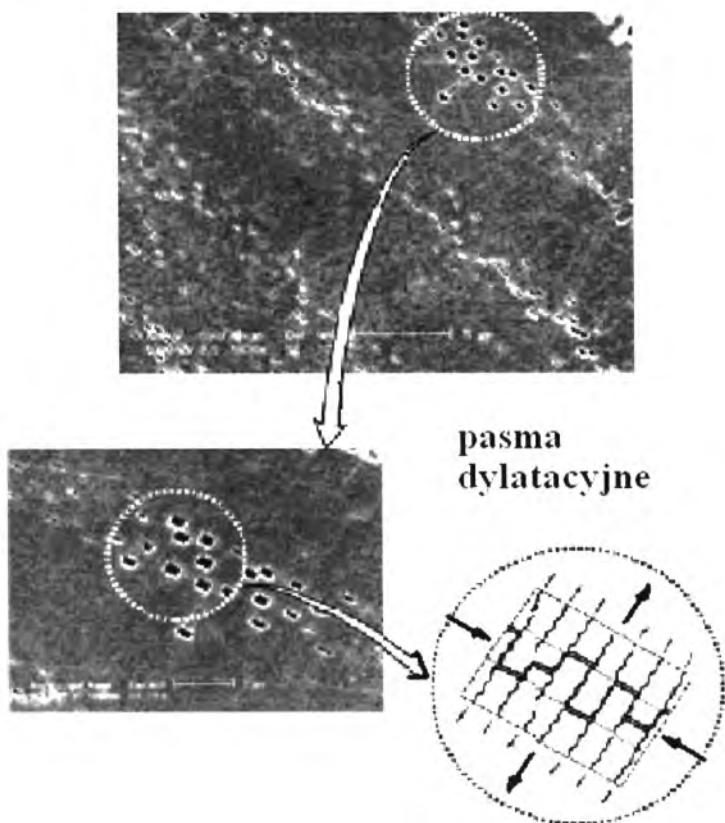


Fig. 2.15. Struktura masy perłowej i jej zachowanie w warunkach tensji ( Barthelat, Espinosa 2003)



**pasma  
dylatacyjne**

Fig. 2.16. SEM. Pasma dylatacyjne wytworzone w masie perłowej wskutek tensji (Evans et al. 2001).

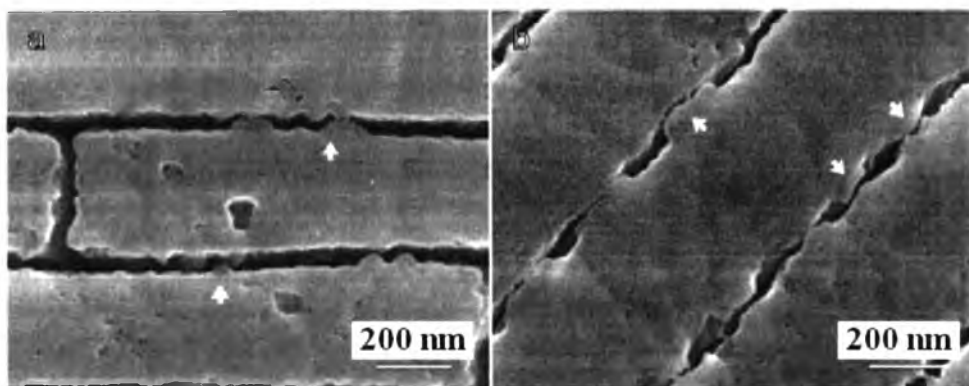


Fig. 2.17. Struktury zazębiania się tabliczek aragonitowych masy perłowej: a – w przekroju prostopadłym do warstewkowania, b – w przekroju równoległym do warstewkowania.

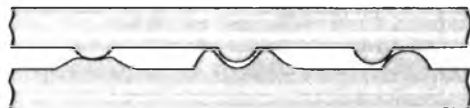


Fig. 2.18. Trzy typy nanostruktur zazębiania się tabliczek aragonitowych masy perłowej, od lewej: kontakt wypukło-płaski, wypukło-wklęsły, wypukło-wypukły mijający.

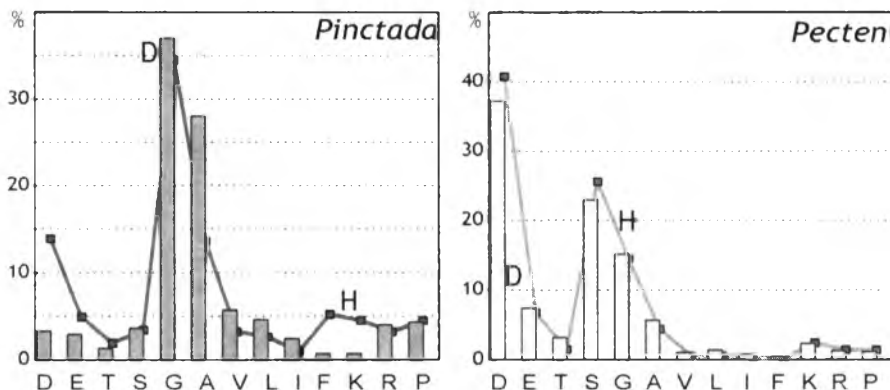


Fig. 2.19. Udział grup aminowych w budowie konchioliny mięczaków znamionujący zły stan zdrowia (D) i dobry stan zdrowia (H), (wg Dauphin 2000).

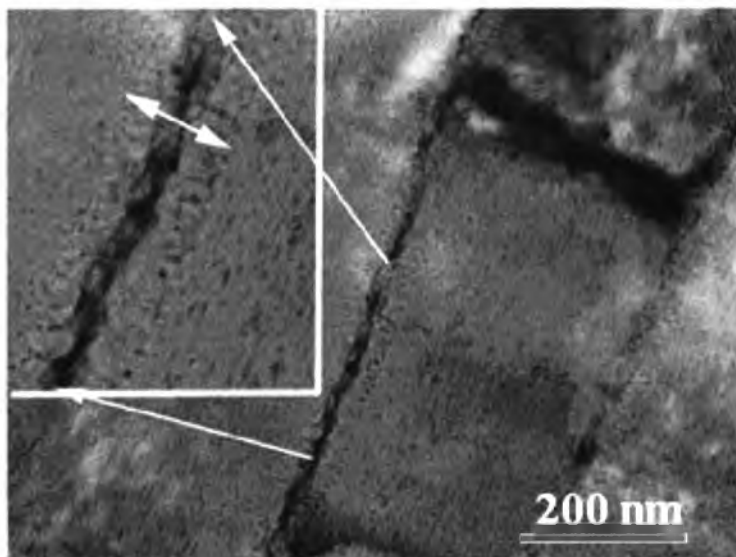


Fig. 2.20. Szczególne nanostruktury konchiolinowe na brzegu płytek aragonitowych w masie perłowej i perłach *Pinctada maxima* (wg Snow et al. 2004).

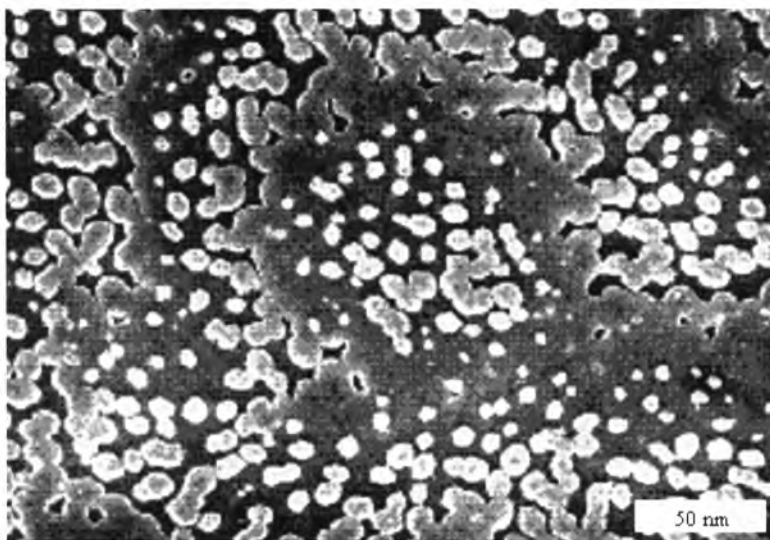


Fig. 2.21. Inicjalne stadium wzrostu warstwy masy perłowej na przykładzie *Pinctada margaritifera*; warstewki starsze są bardziej rozbudowane w porównaniu z warstewkami młodszyymi, wyżej ległymi (Dauphin, Denis 1987).

Ostatnio, w brzegowych partiach płytek aragonitowych masy perłowej, wykryto obecność niezwyklej nanostruktur konchioliny, które obarczono odpowiedzialnością za formowanie się barwy masy perłowej, a konsekwencji także pereł (Snow et al. 2004). Z obserwacji tych wynika, że zmiana barwy zdaje się korelować ze zmianą szerokości owych nanostruktur (fig. 2.20). U poszczególnych gatunków uchwyców oscyluje ona w dość wąskim przedziale 70 - 150 nm.

W najbardziej sprzyjających okolicznościach (korzystna pora roku, obfitość pożywienia, brak zagrożeń zdrowotnych, obfitość węglanu wapnia w roztworze, itp.) masa perłowa przyrasta średnio w tempie 2-4 warstewek płytek aragonitowych na dobę, czyli w ciągu doby może się utworzyć masa perłowa o grubości około 1-1,5  $\mu\text{m}$ , a w skali roku, w szczególnie sprzyjających okolicznościach nawet około 0,5 mm. W niekorzystnych porach roku tempo odkładania masy perłowej znacząco się obniża, a nawet może ulec czasowo wstrzymaniu. Nukleacja, a następnie rozrost płytek aragonitowych i otulającej je konchioliny w komórkach nabłonka odbywa się stopniowo. Proces rozrostu i kształtowania płytek aragonitowych ma miejsce jednocześnie w kilku wierzchnich warstewkach nabłonka. Każda z nich wykazuje różny stopień rozwoju. Najmniej zaawansowany jest on w najmłodszych warstewkach komórek, położonych najwyżej (fig. 2.12). Obserwuje się w nich nieliczne, pojedyncze, luźno rozrzucone ośrodki krystalizacji. W kolejnych, coraz to starszych, głębiej położonych, udział substancji mineralnej wzrasta; zwiększa się także średnia wielkość płytek aragonitowych oraz zajmowana łącznie przez nie powierzchnia (fig. 2.21). Wskutek tego wierzchnia powierzchnia masy perłowej nigdy nie jest zupełnie gładka i nawet przy najlepszej jej jakości zawsze są obecne genetycznie uwarunkowane drobne płaskie nierówności, tzw. „tarasiki” lub „terasy”, których morfologia i rysunek bywają charakterystyczne dla niektórych rodzajów lub gatunków mięczaków. Są one na tyle drobne (krawędzie tarasików mają najwyżej kilka mikronów wysokości), że stają się widoczne dopiero w obserwacji binokularnej, przy korzystnym oświetleniu i odpowiednio dużym powiększeniu, najlepiej około 100-120 razy. Natomiast okiem nieuzbrojonym można dostrzec w wierzchniej części masy perłowej



różnorakie nieprzyjemne defekty, powstałe jeszcze w fazie wzrostu. Najczęściej są to plamki i skazy różnej wielkości, kształtu i barwy, znacząco obniżające jakość masy perłowej poprzez ograniczenie wyrazistości efektu optycznego i jego zakłócenie kontrastowo odmienną ich barwą, np. brudno brunatną, rdzawo żółtawą czy mętnie białą. Plamki i skazy mogą być skupione w jednym miejscu lub przeciwnie, dość równomiernie rozproszone na całej powierzchni masy perłowej. Ich zasięg wgłębny bywa różny. W niektórych przypadkach wystarczy usunięcie niewielu wierzchnich warstewek masy perłowej, by znacząco polepszyć jej wygląd, w innych - nawet po usunięciu sporej części masy perłowej - poprawa nie następuje, gdyż w miejsce usuniętych pojawiają się coraz to nowe plamy i skazy, należące do głębiej położonych warstewek, a przy tym równie nieprzyjemnie wyglądające jak wcześniej usunięte.

### 3. Kopalna masa perłowa

Masa perłowa jest nietrwała i źle się fosylizuje. Trzeba szczęśliwego zbiegu wielu okoliczności, by możliwe było zachowanie się jej w stanie kopalnym. Toteż znaleziska dobrze zachowanej kopalnej masy perłowej należą do zupełnie wyjątkowych. Konchiolina, organiczny składnik masy perłowej, w warunkach kopalnych łatwo ulega rozkładowi, a aragonit, mineralny składnik masy perłowej, równie łatwo ulega transformacji w kalcyt. W wyniku owych przemian dochodzi niekiedy do wytworzenia się tak specyficznej wtórnej mikroarchitektury masy perłowej, że możliwe jest dokonywanie przez nią bardzo efektywnej dyfrakcji światła. W rezultacie pojawia się niezwykle atrakcyjna, niepowtarzalna iryzacja światła. Do bardziej znanych w świecie wystąpień tego rodzaju należą kopalne masy perłowe z Syberii, Madagaskaru i z Dakoty. Jednak żadne z tych wystąpień nie dorównuje jakością masie perłowej gómkredowych amonitów występujących w formacji łupkowej *Bearpaw*, u podnóża Gór Skalistych Ameryki Północnej (fig. 3.1), najbardziej znanej pod nazwą ammolitu. Masa ta znana była już zamieszkującemu niegdyś te tereny indiańskiemu plemieniu *Czarnych Stóp*. Dla przybyszów ze „starego kontynentu” stała się „odkryciem”

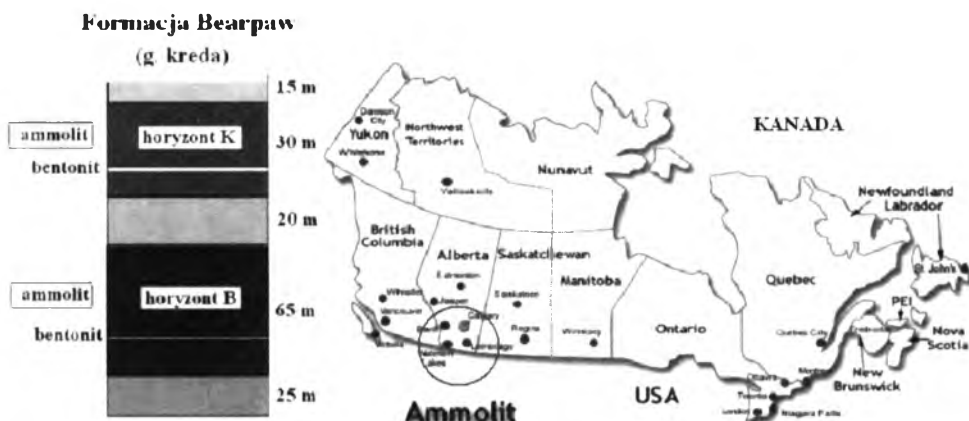


Fig. 3.1. Górnokredowa formacja *Bearpaw* z prowincji Alberta (Kanada) z wkładkami skał zawierającymi ammolit.

dopiero na początku dwudziestego wieku. Do wtórnego odkrycia ammolitu doszło w 1908 roku podczas wyprawy zorganizowanej przez Państwową Służbę Geologiczną Kanady do doliny rzeki *Sainte-Marie*. Przypomniano sobie wtedy o znanym z indiańskich legend *bizonim kamieniu* (ammolicie) i kulcie, jakim był otaczany przez tubylców. Musiało upłynąć jednak jeszcze kilkadziesiąt lat, by w końcu lat sześćdziesiątych owa masa perłowa stała się przedmiotem aktywniejszej eksploatacji i obróbki. Zajął się tym kanadyjska firma *Korit International*. Eksploatację na dużą skalę podjęto dopiero w końcu lat siedemdziesiątych, po udokumentowaniu przemysłowo ekonomicznych złóż położonych w dorzeczu rzeki *Sainte-Marie* w prowincji Alberta. Złóża położone są na obszarze ograniczonym rzekami *Red Deer River* i *Milk River* tj. na powierzchni około 200 km<sup>2</sup>. Prawnym właścicielem tych terenów pozostaje nadal plemię *Czarnych Stóp*. Początkowo działalność polegała na prospekcji, potem na eksploatacji odkrywkowej, a obecnie jest to już także eksploatacja głębinowa. Największe i najbardziej zasobne złożo wykorzystuje kopalnia „KORMOS” (własność *Korit International*), położona koło miejscowości *Lethbridge*, na południu prowincji Alberta. Kopalnia głębinowa „KORMOS” rozpoczęła swą działalność w 1978 roku, choć pierwsze

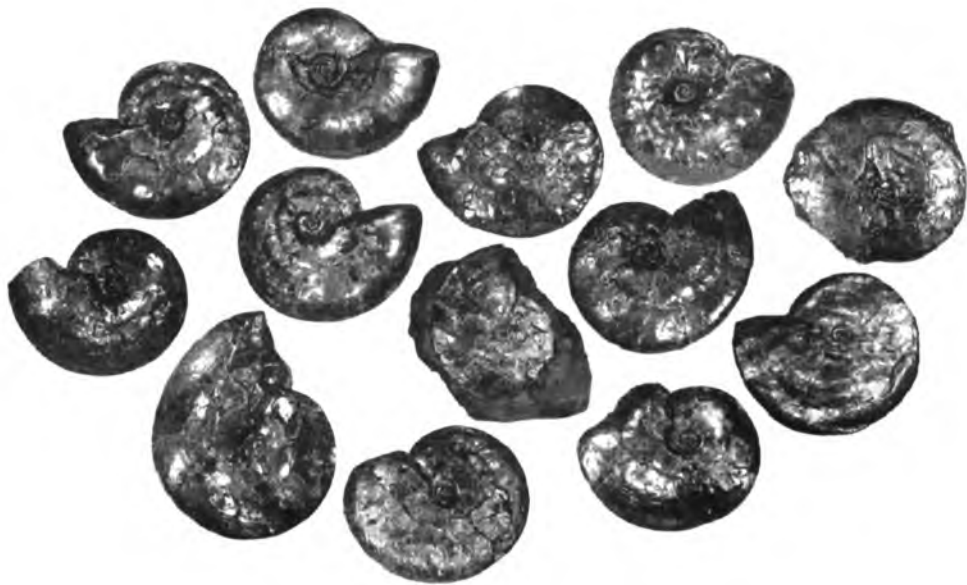
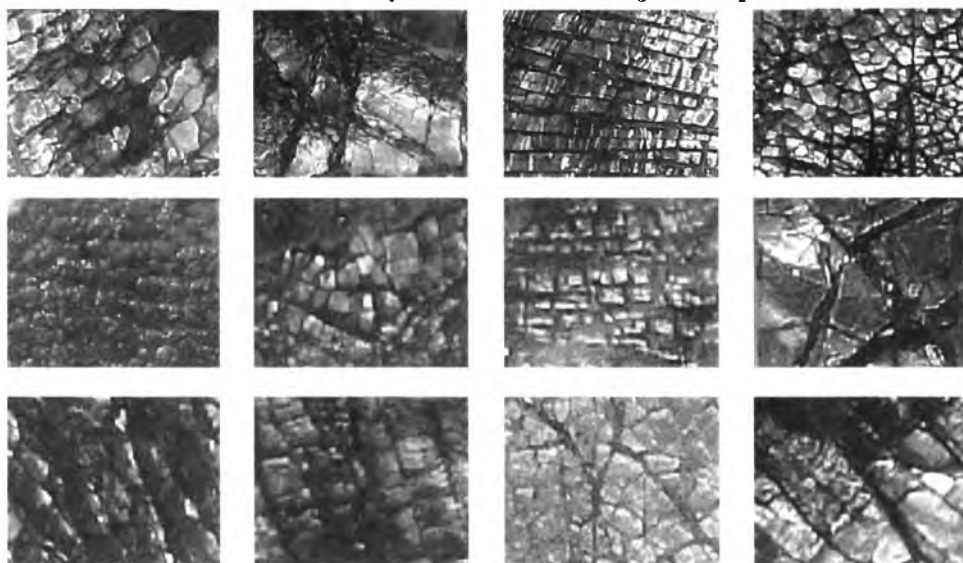


Fig. 3.2. Muszle górnokredowych amonitów formacji Bearpaw z zachowaną masą perłową – ammolitem.

klejnoty z ammolitem pojawiły się na rynku już blisko dziesięć lat wcześniej. Pozyskiwana w południowej Albercie (Kanada) masa perłowa górnokredowych amonitów znana jest w świecie pod wielu nazwami. Nazwy najbardziej utrwalone i dobrze zakorzenione w powszechnej świadomości to: *ammolit*, *korit* i *kalcentin*. W użyciu były też nazwy: *aragonit iryzujący*, *opal Alberta*, *czarny opal z Alberty*, *calentin*, *amonit*, *iniskim* (indiańskie) czyli *bizoni kamień*. Materiał wydobywany w południowej Albercie zyskał także całkiem oficjalne uznanie. Najdobitniejszym wyrazem tego jest zaliczenie go w 1981 roku do kamieni półszlachetnych, a w 2002 roku do kamieni szlachetnych oraz sformułowanie oficjalnej nazwy „*ammolit*” przez CIBJO - światową konfederację narodowych organizacji jubilerskich.

Kopalna masa perłowa zawarta jest w zmetamorfizowanych muszlach niezbyt dużych amonitów (15-50 cm średnicy, fig. 3.2) gatunków: *Placenticerias meeki*, *Placenticerias intercalare* i *Baculites compressus*. Ich wiek oceniany jest na około 65-70 mln. lat (górna kreda). Głównym tworzywem ammolitu jest aragonit (rombowy polimorf  $\text{CaCO}_3$ ) i kalcyt (trygonalny polimorf  $\text{CaCO}_3$ ). Ich zawartość wynosi średnio 96,9 %. Ponadto w składzie chemicznym ammolitu rejestruje się około 1%  $\text{FeS}_2$  (piryt), 1%  $\text{SiO}_2$  (krzemionka); pozostałe około 1% przypada na pierwiastki śladowe: Ti (0,5 %), Sr (0,3 %),  $\text{H}_2\text{O}$  (0,2 %) oraz Al, Ba, Cr, Cu, Mn, Mg, V. Skałą zawierającą i dobrze konserwującą owe amonity jest silnie przekształcony popiół wulkaniczny (tzw. *bentonit*). Tworzy on dwa horyzonty w formacji łupkowej *Bearpaw* (fig. 3.1). Ammolit pochodzący z wyżej leżącego horyzontu K jest zwykle dość mocno spękany, a pęknięcia wypełnione są różnymi substancjami mineralnymi o przeważnie niezbyt atrakcyjnym wyglądzie. Znacznie lepiej wygląda ammolit z horyzontu B, głębiej położonego; głównie dlatego, że jest on dość jednolity. Najlepiej zachowana, najbardziej atrakcyjna masa perłowa występuje zwykle w amonitach zamkniętych w kongrecjach węglanowo-żelazistych (kalcyt, syderyt, pirit), dość często spotykanych w tych

### Ammolit z horyzontu K formacji Bearpaw



### Ammolit z horyzontu B formacji Bearpaw

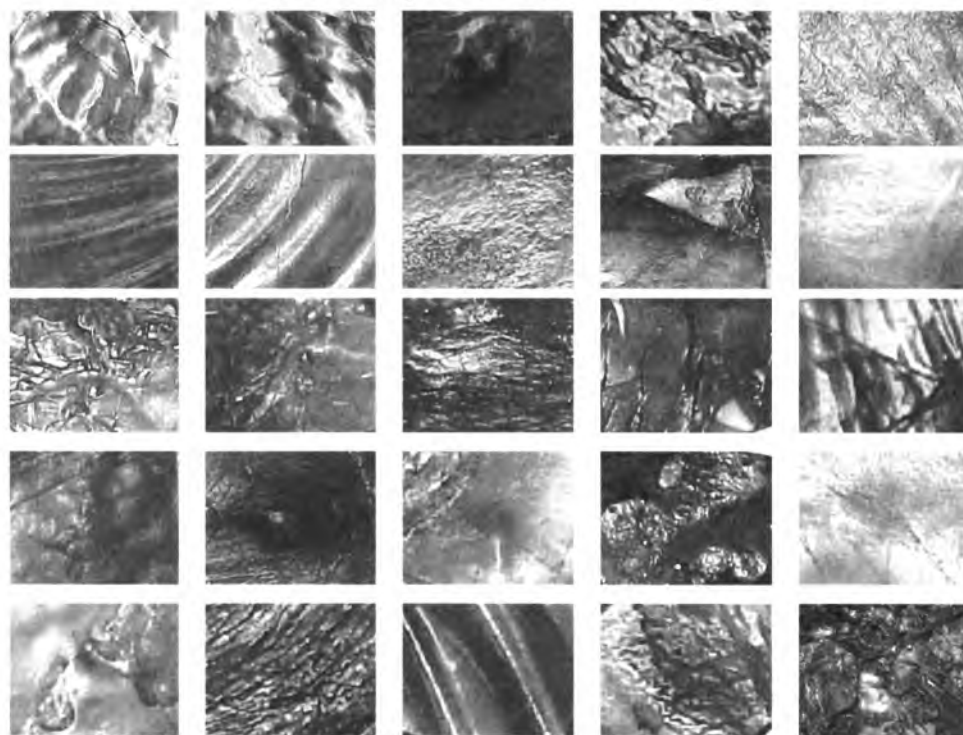
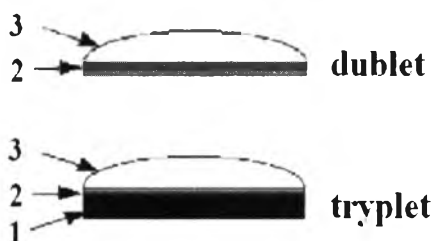


Fig. 3.3. Ammolit z horyzontów K i B górnokredowej formacji Bearpaw w południowej Albercie (Kanada).

horyzontach. Wielkość owych konkrecji może sięgać nawet 2 m średnicy. W najlepszych okazach masa perłowa ma od 5 mm do 8 mm grubości i ułożona jest po wierzchniej stronie odlewu. Jej barwa jest przeważnie ciemnoszara, a ożywiają ją bardzo atrakcyjnie wyglądające iryzujące refleksy świetlne (zielony, złoty, pomarańczowy, rzadziej czerwony, niebieski i purpurowy – fig. 3.3). Barwa plam refleksów świetlnych wydobywających się z ammolitu może zmieniać się zależnie od kąta obserwacji i kąta oświetlenia. Współczynniki refrakcji ammolitu mają wartość bardzo podobną do współczynników refrakcji aragonitu i kalcytu (1,52 – 1,67), podobnie zresztą jak wysoka dwójłomność (0,150) i umiarkowana gęstość względna (2,67 - 2,85); niezbyt intensywna fluorescencja jest zwykle barwy żółcistożółtej do miodowej w obu zakresach ultrafioletu.



**mozaika**

Fig. 3.4. Najczęściej spotykane postacie poprawianego ammolitu. Objaśnienia: 1- podkładka, 2- ammolit (1-3 mm grubości), 3 – powłoka z kwarcu, spinelu lub opalu w dubletach albo kwarcu lub spinelu w trypletach.

Ammolit rzadko jest oferowany w postaci kompletnych ośródek (są to przeważnie drogiecenne okazy muzealne i kolekcjonerskie); częściej spotykany jest w postaci różnokształtnych drobnych płytek. Część tych płytek bywa obrobiona i wówczas grubość ich iryzującej masy nie przekracza zazwyczaj 3 mm.

Twardość ammolitu oscyluje w pobliżu 4 – 4,5 (wg skali Moshy), aczkolwiek materiał ten jest dość kruchy i nietrwały (wymaga zabezpieczenia). Ponadto wskutek kontaktu z powietrzem, wilgocią i częstymi zmianami temperatury zaczyna się w dość szybkim tempie „starzeć”. Aby temu zapobiec i uchronić przed uszkodzeniem, stosuje się różne procedury zabezpieczające. Polega to na powleczeniu lub impregnacji ammolitu plastikiem oraz na wytworzeniu dubletu, trypletu albo mozaiki (fig. 3.4). Dodatkowym efektem tych zabiegów jest uzyskanie trwałości i stabilizacji efektów optycznych oraz polepszenie czystości barw, wydobywających się z warstwy iryzującej ammolitu. Wykrywanie zabiegów poprawiania

Kategoria	AA	A+	A	A-
Barwa	min 3	1-2	blada	brunatna/czerwona
Iryzacja	ogień	jasna	matowa	ciemna
Zakres barw	widmowy	1-2	1	brak
Zakres rotacji	360°	pow. 240°	pow. 180°	pow. 90°

Fig. 3.5. Kategorie jakościowe ammolitu i ich główne kryteria wyróżniające.



Fig. 3.6. Pierścionie z białego złota z ammolitowym oczkiem.

polega na uważnej obserwacji połysku, wykonaniu testu gorącą igłą, obserwacji binokularnej i imersjoskopowej (widoczny staje się film plastiku i jego różnorakie defekty). W trudniejszych przypadkach można odwołać się do laserowej spektroskopii ramanowskiej (widmo Ramana) albo przeanalizować widmo absorpcji w podczerwieni. Wykrycie dodatkowych nie pochodzących od węglanu wapnia pasm absorpcji w widmie ammolitu jest jednoznacznym dowodem zastosowania procedury poprawiania.

Głównymi kryteriami jakościowej oceny ammolitu jest wielkość okazu oraz jakość barwnych plam iryzacji, ich liczba, natężenie, zakres widmowy oraz zasięg kątowy rotacji, przy którym są widoczne. W niektórych przypadkach ważny jest także stopień zdefektowania powierzchni. Na tej podstawie wyróżnia się cztery podstawowe kategorie jakościowe ammolitu (fig. 3.5), oznaczając je odpowiednio symbolami: od **AA** (ammolit o najwyższej jakości) do **-A** (ammolit o najniższej jakości). Ammolit najkorzystniej wygląda w formie kaboszonu, zwłaszcza oprawiony w tzw. białe złoto, platynę czy tylko w srebro (fig. 3.6).

#### 4. Historia pereł

Gdzieś przed 40-50 tysiącami lat doszło w Europie do epokowego wydarzenia w jej dziejach - wyparcia neandertalczyków zamieszkujących kontynent od dwustu pięćdziesięciu tysięcy lat przez przybyłe z terenów Bliskiego Wschodu populacje ludzi współczesnych, zwanych kromaniończykami. Był to jednocześnie ogromny skok w technologii - mustierskie narzędzia neandertalskie zastąpione zostały przez doskonalsze narzędzia kultury oryńskiej, podlegające zresztą później szybkiej ewolucji. Ale największym przełomem było pojawienie się sztuki, która stała się odtąd nieodłącznym elementem życia człowieka i być może początkiem tego, co zwiemy dziś cywilizacją. Jej najpiękniejsze przejawy znajdujemy w jaskiniach południowej Francji i północnej Hiszpanii, na tzw. obszarze franko-kantabryjskim, gdzie odkryto ponad 180 z około 300 znanych w Europie jaskiń z malowidłami. Jest to prawdziwy "wernisaż" paleolitycznej sztuki naskalnej i jaskiniowej. Do niedawna za najpiękniejsze malowane jaskinie uważano francuską *Lascaux* (wiek malowideł oceniono na ok. 17 tysięcy lat) i hiszpańską *Altamirę* (wiek malowideł - ok. 13 tys. lat); uważano też, że stanowią one ukoronowanie długotrwałego procesu doskonalenia sztuki (A. Leroi-Gourhan wyróżniał cztery kolejne style, o rosnącym stopniu doskonałości). Odkrycie jaskini *Chauvet* w grudniu 1994 roku zmieniło wszystko. Zawiera ona liczne, wyjątkowej urody malowidła naskalne (głównie lwów, żubrów, nosorożców, mamutów, reniferów, koni, niedźwiedzi) datowane na 31 tysięcy lat. Również technicznie są one niezrównane; sylwetki zwierząt są często cieniowane, niektóre sceny namalowano przy zastosowaniu zaczątkowej perspektywy, słynna scena biegnących nosorożców oddana została przez zwielokrotnienie rogów i zadów zwierząt, jakby przy użyciu filmowej stopklatki. Jaskinia *Chauvet* pokazuje, że ówczesni ludzie niewiele różnili się od nas pod względem mentalnym. Można sądzić nawet, że ich życie duchowe i poczucie piękna było ludzaco podobne do odczuć współczesnego człowieka. W jaskini *Chauvet*, obok wielu śladów działalności artystycznej, znaleziono też czaszkę niedźwiedzia jaskiniowego (*Ursus spelaeus*), umieszczoną na kamiennym piedestale. Uważa się to za przejaw jednego z wielu kultów panujących zapewne wśród populacji kromaniońskiej.

Trudno jest dziś definitywnie rozstrzygnąć co w kulturze materialnej człowieka pojawiło się wcześniej: perła czy paciorek. Najstarsze materialne ślady użytkowania ozdób z paciorkami wiążą się z człowiekiem neandertalskim. Mówia o tym znaleziska z jaskini *La Quina* w departamencie Charante (Francja), datowane na około 40 000 lat (naszyjnik wykonany z nieco obrobionych i przewierconych zębów i kości zwierzęcych) oraz zespół paciorków wykonanych z zębów lisa, hieny, wilka, renifera i niedźwiedzia znaleziony w *La Grotte du Renne* w Arcy-sur-Cure (Francja), datowany na około 31 000 lat. Skądinąd wiadomo, że jadłospis ówczesnych ludzi zawierał również mięczaki. Jednoznacznie świadczą o tym „zwały” muszli towarzyszące ich nadbrzeżnym „obozowiskom”. Nieuchronnie, w trakcie konsumpcji musieli natrafiać na perełki. Perła ujawnia swoje piękno bez dodatkowej obróbki. Biorąc pod uwagę udowodnioną naskalnymi malowidłami wrażliwość i poczucie piękna, z całą pewnością ówczesni ludzie musieli zainteresować się takim znaleziskami; były tym cenniejsze, że rzadkie, gdyż średnio jedno znalezisko przypada na kilkadziesiąt do kilku, a nawet kilkunastu tysięcy muszli. Zapewne, by zaspokoić popyt na perełki, zaczęto naśladować je przez mniej lub bardziej staranną obróbkę kawałków muszli. Wytworzone w ten sposób paciorki, wielokrotnie liczniejsze, miały większą szansę przetrwać do czasów współczesnych. I rzeczywiście, znaleziono je w wielu przyskalnych „schroniskach” człowieka z *Crô Magnon*, położonych w południowo-zachodniej Francji. Ich datowania wskazują przeważnie na wiek między 30 000 a 20 000 lat.

W następnych tysiącleciach zainteresowanie perłami rosło adekwatnie do wzrostu zamożności i stopnia zorganizowania poszczególnych grup ludności i społeczeństw. Perełki nabrały znaczenia obrzędowego; zaczęto przypisywać im też właściwości lecznicze,

magiczne i kultowe. Najstarszym znanym dość dobrze zachowanym wyrobem jubilerskim z pereł jest trójsznurowa kolia wykonana z 216 pereł. Zdobiła księżniczkę achemidzką spoczywającą już od 2500 tysięcy lat w swoim sarkofagu w Suzie (Iran). Odkrycia dokonano podczas wykopalisk archeologicznych prowadzonych na początku XX wieku w zespole pałacowym Achemenidów.

Historię pereł da się podzielić na dwa wielkie obszary: historię pereł naturalnej i historię pereł hodowanej. Ważnym elementem tej historii są również dzieje masy perłowej. Od prawie tysięcy lat toczą się one już równolegle.

#### 4.1. Pereł naturalne

Już blisko 4500 lat temu pereł były przedmiotem koncesjonowanego handlu i akceptowaną formą zapłaty podatku. Tak było np. w Chinach. Świadczą o tym zapiski w *Shu Ching*, jednej z najstarszych ksiąg świata. O odwiecznym zainteresowaniu perełami świadczą też liczne zapiski spotykane w innych, równie starych księgach ludzkości. Na przykład w *Wedach*, świętych księgach hinduizmu pochodzących z przed około 3500-2300 lat, mityczny bóg Wisnu, ma w koronie liczne klejnoty, w tym pereł. O perełach wspominają także zapiski pozostawione przez bliskowschodnie cywilizacje Babilonu, Sumeru, Akadii, Asyrii. Podobne wzmianki znajdujemy w *Biblii* i dziełach Homera. Pereł nie były obce kulturze starożytnego Egiptu. Świadczą o tym inskrypcje, papirusy i materialne ślady odnajdowane w grobowcach faraonów. Z licznych zapisów i materialnych zabytków wiadomo, że ogromnym uznaniem cieszyły się pereł w Persji i starożytnej Grecji. Podobnie było w Rzymie. W cesarstwie rzymskim pereł przeżywa jeden z najświetniejszych okresów. Z tych czasów pochodzi bardzo wiele informacji o perełach, ich pozyskaniu i traktowaniu. Najwięcej takich informacji znaleźć można w dziele Pliniusza Starszego *Historia naturalna* (Poznań 1845, wydanie polskie w przekładzie J. Łukaszewicza). W średniowieczu zainteresowanie perełami w Europie wyraźnie zmalało. Największe zastosowanie znajdowały do zdobienia przedmiotów i szat liturgicznych w kościele chrześcijańskim. Na pewien czas odzyskały swoje znaczenie w czasach wypraw krzyżowych, gdy rycerstwo europejskie zetknęło się z przepychem Bliskiego Wschodu. Kolejny okres wzrostu zainteresowania perełami przypada na okres Wielkich Odkryć Geograficznych. W tym czasie dostarczone zostają do Europy ogromne ilości wspaniałych pereł z Ameryki Środkowej (Meksyk, Panama, Peru, Kalifornia). Pochodziły one głównie z



Fig. 4.1. Nóż i miseczka do otwierania perłopławów, Zatoka Perska (www.imarabe.org).

grabieży podbitych ludów indiańskich, dla których były nie tylko ozdobą, ale także środkiem wymiany i tezauryzacji.

W tym czasie ukształtowały się też trzy główne ośrodki zaopatrzenia Europy w pereł słonowodne; importowane były bądź z Ameryki Środkowej, bądź z Indii, bądź też znad



Zatoki Perskiej. Z uwagi na jakość i właściwości najwyżej ceniono te ostatnie. Do nich też odnosiła się szeroko początkowo stosowana w handlu perłami nazwa „perła wschodnia” („*perle d'orient*”), którą objęto potem wszystkie perły pochodzące ze wschodu. Dla niektórych państw położonych nad Zatoką Perską pozyskanie pereł stało się w tym czasie jedną z kluczowych gałęzi ich gospodarki. Przykładem tego może być Bahrain, którego funkcjonowanie do czasu odkrycia w 1932 roku ropy naftowej uzależnione było głównie od pozyskania pereł i masy perłowej. W związku z tym w tamtejszych społeczeństwach ukształtowały się swoiste struktury zapewniające sprawne pozyskiwanie pereł i masy perłowej. Najwyżej w hierarchii socjalnej owej struktury postawiony był *tājir*, zasobny kupiec i armator. Z czasem wzbogaceni na handlu *tājir* stawali się bankierami, finansującymi taką działalność. Niżej w hierarchii ulokowani byli kapitanowie statków połowiących perły i masę perłową. Najniżej w hierarchii znajdowali się oczywiście nurkowie-poławiacze pereł. Kontraktowani przez kapitana statku na sezon połowów, odbywali z nim wielokrotnie wyprawy, trwające przeważnie od dziesięciu do dwudziestu dni. Wyboru miejsc połowu dokonywał kapitan statku. Przed wejściem do wody nurkowie zakładali trykoty z czarnej lub białej tkaniny (tzw. *al-selah*) bądź obcisłe spodnie bardzo ciemnej barwy (tzw. *al-shamshūl*) dla ochrony przed niebezpiecznymi rybami; wierzono, że czarna barwa czyni nurka mniej widocznym na tle morskiego dna, podczas gdy białe ubranie działa odstraszaście na pewne gatunki ryb, szczególnie rekiny. Echo tego przeświadczenia widoczne jest na późniejszych rysunkach, zdjęciach i obrazach prezentujących ubrane na biało japońskie i polinezyjskie



Fig. 4.2. Zestaw prostych narzędzi do wiercenia pereł, Zatoka Perska (www.imarabe.org).

poławiaczki pereł. Do standardowego wyposażenia nurka należał zacisk na nos (*al-ftām*), nasycone oliwą, bawełniane stopery do uszu, rękawice ze skóry (*al-khabat*) dla ochrony przed skałeczeniem podczas odrywania małża od dna oraz zawieszany na szyi kosz wypłatany z włókna palmy kokosowej (*al-diyin*) przeznaczony do gromadzenia zebranych małży. Za to wyposażenie musiał oczywiście nurek zapłacić ze swoich przyszłych zarobków. Podobnie musiał kupić nóż i miseczkę do otwierania małży (fig 4.1). Dla przyspieszenia zanurzenia używano obciążnika w postaci przywiązane do liny kamienia o wadze około 6 kg. Nurkowie docierali nawet na głębokość około 30 metrów, a czas ich zanurzenia mógł trwać nawet blisko 4 minuty. Praca trwała od świtu do zmierzchu. Przerywana była na krótko w czasie modlitw i posiłków. Za porany posiłek służyło kilka daktyli i trochę kawy. Bardziej obfity posiłek, złożony z ryżu i ryb jedzono dopiero wieczorem, gdyż nie można było nurkować z pełnym żołądkiem. Wyłowione małże pozostawione w palącym słońcu na kilka godzin na pokładzie statku były łatwiejsze do otwarcia. Otwieranie małży odbywało się pod wieczór, na godzinę przed zachodem słońca. W czasie otwierania małży ludzie siedzieli w

dwu rzędach; przed każdym piętrzył się stos wcześniej złowionych i przeznaczonych do otwarcia małży. Całość pracy nadzorował kapitan ulokowany na podwyższeniu. Muszle były otwierane i przeszukiwane przy pomocy noża. Znalezione perły były przejmowane przez kapitana, zawijane w czerwoną tkaninę i zamykane w specjalnym kuferku. Pozyskane perły były selekcjonowane według rozmiarów, masy, formy, barwy i wyglądu masy perłowej. Tylko perły największe i najpiękniejsze obrabiano i komercjalizowano indywidualnie. Do ważenia i obróbki pereł stosowano dość proste narzędzia (fig. 4.2, 4. 3). Po długotrwałych negocjacjach, zakupione przez lokalnego lub przyjezdnego kupca, trafiały przeważnie do Indii lub do Europy, w późniejszych czasach także do Ameryki Północnej.



Fig. 4.3. Średniowieczna waga do ustalania masy pereł, Zatoka Perska ([www.imarabe.org](http://www.imarabe.org)).

Większe zainteresowanie perlami z małży słodkowodnych pojawiło się w Europie dopiero w XVII i XVIII wieku. Jeszcze później miało to miejsce w Ameryce Północnej (dorzecze Mississippi). Wynikało to głównie z poszukiwania nowych źródeł dochodu i zmniejszającej się podaży pereł słonowodnych na skutek rabunkowej eksploatacji dotychczasowych źródeł pereł słonowodnych. Perły słodkowodne znane były już starożytnym, za sprawą Fenicjan, którzy w swoich wędrówkach handlowych docierali do Anglii i Szkocji oraz Skandynawii, ówczesnych głównych obszarów połowu tych pereł. Z uwagi na mało atrakcyjną barwę, przeważnie niewielki rozmiar, niezbyt regularne kształty (przypominające kształt ziarenek zbóż) i niską jakość masy perłowej nigdy nie uzyskały one szczególnie wielkiego uznania u nabywców. Mimo tego zainteresowanie to doprowadziło w skutkach do bardzo silnego przetrzebienia perloródek w rzekach i strumieniach Europy i Ameryki.

Kolejne ożywienie zainteresowania perlami przypada na XIX wiek. Wielkie zmiany polityczne w Europie zapoczątkowane Wielką Rewolucją Francuską doprowadziły do wielkich zmian społecznych. Zmieniała się zwłaszcza pozycja społeczna mieszczan. Perły stały się dla bogacącego się i rosnącego w siłę mieszczaństwa symbolem awansu społecznego. Stan taki utrzymał się prawie do wybuchu I wojny światowej. Wówczas to zaczęły pojawiać się w coraz to większej ilości perły hodowane. Początkowo traktowano je nieufnie, jak wysokiej jakości imitacje. Jednak już w 1926 roku zostały uznane za odrębną kategorię pereł. I od tej pory ich rola i znaczenie nieustannie rośnie. W dobie współczesnej perły naturalne zostały niemal całkowicie wyparte przez perły hodowane. Perły naturalne stały się na rynku rzadkością. Spowodowane to zostało bardzo silnym przetrzebieniem

naturalnych zasobów perłopławów. Ostatnie większe łowiska, ulokowane głównie w Polinezji, zostały porzucone dopiero z początkiem lat sześćdziesiątych dwudziestego wieku. Dostarczały one jednak głównie atrakcyjnej masy perłowej; naturalne perły były tam znaleziskiem dość rzadkim, średnio raz na piętnaście tysięcy wyłowionych muszli i traktowane jak produkt uboczny, rezultat szczęśliwego zbiegu okoliczności. Zresztą w przeszłości Polinezyjczycy ich zbytnio nie cenili. Moda na „czarne perły” nastała w Polinezji dopiero wraz z przybyciem w te strony Europejczyków, którzy szybko docenili ich niepowtarzalne, niezwykle piękno.

Na uwagę zasługują również dzieje masy perłowej. Materiał ten zainteresował człowieka równie dawno jak perły. Już w najdawniejszych czasach był wykorzystywany do wytwarzania różnorodnych przedmiotów i ozdób oraz jako cenne tworzywo dekoracyjne, np. w intarsji. W średniowieczu materiał ten był nazywany „*muszlą perłową*” i wykorzystywany do produkcji różnych luksusowych przedmiotów. W dobie renesansu, zwłaszcza w Niemczech, modne było oprawianie w złoto lub srebro odpowiednio oszlifowanych, kompletnych muszli mięczaków, zwłaszcza głowonogów, np. *Nautilus*. Masa perłowa była dość często

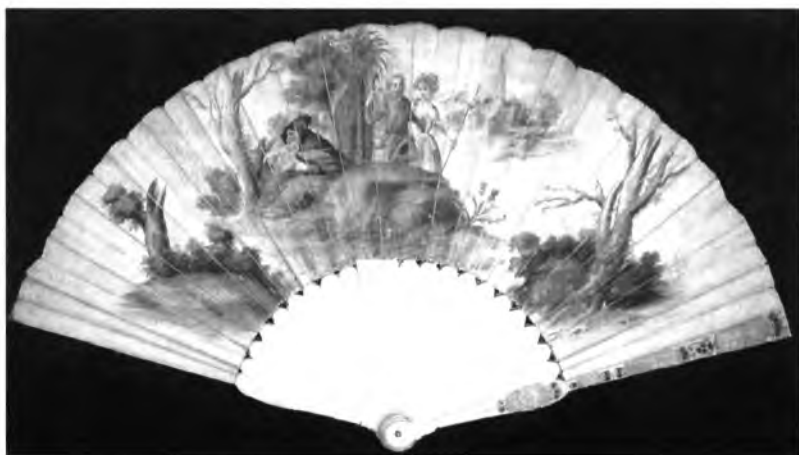


Fig. 4.4. Wachlarz wyprodukowany z użyciem masy perłowej z początku XVIII wieku  
([www.perso.wanadoo.fr](http://www.perso.wanadoo.fr))

stosowana do ozdabiania mebli i kufrów podróżnych; moda ta szczególnie szeroko się rozpowszechniła po Wielkich Odkryciach Geograficznych. Od XVII wieku masa perłowa stała się jednym z głównych surowców do produkcji tysięcy różnych drobnych przedmiotów (fig. 4.4). Bywała też częstym elementem dekoracyjnym bardziej uroczystych strojów, np. w postaci różnorodnych zapinek. Guziki z masy perłowej pojawiły się w Europie około XIV wieku, lecz dopiero z początkiem XIX wieku ich produkcja stała się masową. Do wytwarzania wykorzystywano głównie importowaną masę perłową, tzw.:

- „*biała*”, z Australii,
- „*czarna*”, z Polinezji,
- „*goldfish*”, z Nowej Zelandii i Australii,
- „*macassar*”, z Indonezji,
- „*burgau*”, z Oceanu Indyjskiego.

Pierwsze statki, zajmujące się wyłącznie połowem masy perłowej, są rejestrowane w archiwach polinezyjskich już od 1802 roku, np. „*Margerita*” operująca na obszarze między Australią i Gambier. Na początku dwudziestego wieku był to już całkiem dobrze rozwinięty

przemysł, np. we Francji, w miasteczku Meru pod Paryżem, w 54 fabrykach obrabiających masę perłową pracowało ponad dziesięć tysięcy osób. W następnych latach, wskutek Wielkiego Kryzysu i wynaleźenia poliestru, upadły prawie wszystkie wytwórnie opierające swą produkcję na masie perłowej. Drugim czynnikiem, który przyczynił się znacząco do załamania produkcji opartej na importowanej masie perłowej, była rabunkowa gospodarka jej zasobami, przejawiająca się skrajnym wyniszczeniem mięczaków dostarczających masy perłowej. Jeżeli jeszcze w 1924 roku pozyskanie masy perłowej wynosiło około 1350 ton w skali roku, to na tym samym obszarze w roku 1979 zmalało do zaledwie dwu ton. W latach

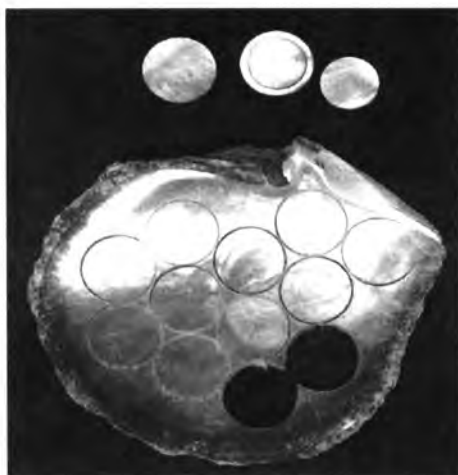


Fig. 4.5. Produkcja guzików z masy perłowej małży słodkowodnych w XIX wieku w USA ([www.keephomesteadmuseum.org](http://www.keephomesteadmuseum.org)).

osiemdziesiątych minionego wieku, dla obniżenia kosztów, resztki produkcji opartej na wykorzystaniu masy perłowej przeniesiono z Europy do Azji. W podobnych celach przerabiano masę perłową mięczaków słodkowodnych. Na tego rodzaju masie perłowej bazował dziewiętnastowieczny przemysł guzikarski Stanów Zjednoczonych (fig. 4.5). Największe tego rodzaju wytwórnie skoncentrowane były w dorzeczu Mississipi. W połowie dwudziestego wieku, podobnie jak wytwórnie europejskie, z uwagi na powszechne stosowanie plastiku, zostały one zamknięte. Jednak w ostatnich latach obserwuje się ponowne ożywienie zainteresowania przerobem masy perłowej, szczególnie w krajach hodujących na większą skalę małże i ślimaki perłorodne, np. Nowej Zelandii, Australii, Stanach Zjednoczonych. Zainteresowanie to zwróciło się w kierunku bardzo atrakcyjnej optycznie masy perłowej muszli uchowców; bardzo silnie przetrzebione w środowisku naturalnym zaczęto ostatnio masowo hodować. O opłacalności ich hodowli decyduje nie tylko pozyskanie mięsa, ale także spożytkowanie ich masy perłowej. Używana jest dziś zarówno do produkcji biżuterii i różnorodnej galanterii, jak i w dziedzinach na pozór zupełnie odległych, np. w produkcji laminatów, płytek i wykładzin znajdujących zastosowanie w budownictwie, w meblarstwie, w przemyśle obuwniczym. Również w Europie powstaje coraz więcej firm zajmujących się importem i przeróbką tej tak atrakcyjnie wyglądającej masy perłowej. To zainteresowanie przekłada się na coraz to szerszy rozwój hodowli mięczaków w tych krajach i wzrost podaży atrakcyjnego, relatywnie taniego surowca naturalnego. Współcześnie większość pozyskiwanej masy perłowej pochodzi z farm hodowlanych. O wyraźnej poprawie sytuacji handlowej masy perłowej świadczyć może ponownie szybko rosnący eksport, np. w

1995 roku tylko z obszaru Polinezji Francuskiej wyniósł on już około 448 ton. Przyczynia się do tego również świadoma polityka krajów producenckich. Świadczą o tym nakłady na promocję tego surowca i tego rodzaju wytwórczości, które w ostatnich latach bardzo szybko rosła.

#### 4.2. Perły hodowane

Wykorzystanie małży perlorodnych do celów produkcyjnych notowane jest od XII wieku. Wiadomo, że w tym czasie Chińczycy opanowali produkcję pierwowzoru pereł *mabe*, zwanych też niekiedy półperłami, perłami połówkowymi lub perłami łuskowymi. Opanowanie tej technologii przypisywane jest rodzinie *Hou-Czeon-Fou*. Do celów eksperymentalnych i produkcyjnych wykorzystany został niewielki słodkowodny małż *Christaria plicata*, obficie występujący w chińskich rzekach. Hodowla polegała na wprowadzaniu obcego ciała, tzw. irytanta, między skorupę i płaszcz. Funkcję tę pełniły drobne formy figuralne wykonane z kości słoniowej, drewna, ołowiu, miedzi, cynku lub wypalanej zwyczajnej gliny. Najbardziej popularną była postać Buddy. Irytantem bywały też pół- lub  $\frac{3}{4}$ - kule. Przedmioty te mocowano jedwabną nicią do wewnętrznej powierzchni muszli za pośrednictwem niewielkiego, wcześniej wywierconego otworu. Po upływie kilku lat pokrywały się one warstwą masy perłowej. Po oddzieleniu od skorupy i odpowiedniej obróbce uzdatniające sprzedawane były jako formy figuralne, bądź jako *perły mabe* (półperły, perły łuskowe), bądź też jako *perły pełne* powstałe przez sklejenie dwu odpowiednio dobranych półpereł. Perły hodowane na dalekim wschodzie dotarły do Europy dopiero około XVI wieku; przyjęto je bez większego entuzjazmu; nie wzbudziły większego zainteresowania.

W kolejnych stuleciach, aczkolwiek powoli, to jednak następował postęp w znajomości biologii mięczaków. René A.F. Réaumur, sławny przyrodnik i fizyk francuski wykazał na początku XVIII wieku, że tworzywo pereł niczym nie różni się od masy perłowej wyścielającej muszle mięczaków perlorodnych. Jeszcze dalej w swej docieklivości posunął się szwedzki przyrodnik i lekarz Karol Linneusz (*Karol Linne*). Około połowy XVIII wieku wykazał on, że perły powstają jako obronna wydzielina płaszczowa wokół intruza, najczęściej pasożyta, który wdarł się do wnętrza muszli perłopława. Od tego odkrycia był już tylko jeden krok do zaproponowania metody hodowli pereł. Polegała ona na wywierceniu niewielkiego otworu w muszli małżą i wprowadzeniu za jego pośrednictwem do wnętrza małża intruza w postaci okrucu wapienia; element ten miał być jądrem wyhodowanej tak pereł. Metoda ta została odsprzedana przez Linneusza niemieckiemu przedsiębiorcy o nazwisku Brogge; prawny właściciel zrażony niepowodzeniem pierwszych eksperymentów zaprzestał ich dalszego finansowania. W rezultacie metoda Linneusza popadła w zupełne zapomnienie.

Za odkrywców współczesnej metody hodowli pereł uznaje się powszechnie Japończyków. Pogląd ten zakwestionował ostatnio J. Saltmarsh (O'Sullivan 1998, O'Sullivan et al. 1998). Według jego ustaleń wcześniej, bo przed 1900 rokiem, miał dokonać tego niejaki William Saville Kent, agent australijskiego serwisu połowowego. Jak wiadomo, już od blisko dwustu lat wybrzeża północno-zachodniej Australii są ważnym dostawcą masy perłowej. Natrafienie na perłę przy okazji jej zbioru było traktowane jako dobry powód do dodatkowego okazałego zarobku. Nie dziwi zatem, że niektórzy przedsiębiorcy i poławiacze pereł próbowali pomóc szczęściu i znaleźć sposób na ich hodowlę. Około roku 1890 niejaki G.S. Streeter próbował hodować półperły w *Roebuck Bay* (Australia), wierząc wzorem Linneusza drobne otwory w muszlach żywych perłopławów i za ich pośrednictwem wprowadzać drobne kulki z masy perłowej do ich wnętrza, jako zarodki spodziewanych pereł. Lecz prawdziwy przemysł perłowy pojawił się w Australii dopiero w połowie lat pięćdziesiątych dwudziestego wieku wraz z utworzeniem pierwszej farmy hodowlanej *Pearls Proprietary Ltd.*, australijsko-japońskiego joint-venture w *Kuri Bay* w Australii Zachodniej.

Ich produkcja stanowi dziś około 60 % światowych dostaw najlepszych gatunków perł hodowanych. W ten sposób historia miała dokonać pełnej wolty. Wprawdzie patent na metodę hodowli perł kulistych otrzymali oficjalnie w 1907 roku dwaj Japończycy: dr Nishikawa i M.T. Mise, ale jak się podejrzewa pomysł dostarczył im William Saville Kent. Osoby te pozornie nie miały ze sobą nic wspólnego, jako że dr Nishikawa zamieszkiwał w południowej Japonii, M.T. Mise był cieślą w małym miasteczku położonym na północy Japonii, a W.S. Kent żył w północnej Australii. Warto jednak cofnąć się do końcówki lat XIX wieku, by stwierdzić, że w tym czasie dr Nishikawa i teść M.T. Mise przebywali, wraz z kilku tysiącami innych Japończyków i flotyllą japońskich statków, na wodach północnoaustralijskich w okolicach *Thursday Island* celem połowu masy perłowej. Wspomina o tym w 1968 roku Joan Young Dickinson w książce *The Book of Pearl*, gdzie pisze: „*Wydaje się, że na przełomie XIX i XX wieku pewien australijski hodowca małży odkrył niechcący właściwą metodę hodowli perł ... i swoją metodę przekazał nieświadomie dwu zdolnym, młodym Japończykom.*”. Tym Australijczykiem był W.S. Kent, który na terenach pobytu japońskiej flotylli poławiającej masę perłową był w tym czasie agentem australijskiego serwisu połowowego. Jednocześnie był on fascynatem perł. Przez całe lata studiował i eksperymentował z chińską metodą pokrywania figurek masą perłową i hodowłą półperł. Była to prawie ta sama metoda, której próbował w innym miejscu G.S. Streeter. Ulepszenie W.S. Kenta polegało na przyklejaniu naturalną żywicą zarodka perły do wnętrza muszli perłopława. Jego eksperymentalna farma *Albany* znajdowała się nieopodal *Thursday Island*, czyli miejsca stacjonowania japońskiej flotylli połowowej. Hodowane przezeń półperły osiągały bardzo dobre ceny. Eksperymentował też z produkcją perł sferycznych. Jak się sądzi, gdzieś około 1890 roku udało mu się wyprodukować pierwszą w pełni sferyczną perłę. Nie zdołał skorzystać w pełni z rezultatów swojego odkrycia. Opowiadał o nim każdemu, kto chciał go słuchać. Nie zdążył go jednak już opisać. Umarł w 1906 roku; jego farma została sprzedana wraz z technologią produkcji. Nowemu właścicielowi zabrakło wyobraźni i determinacji poprzednika. O farmie perłowej *Albany* i jej produkcji wspomina jeszcze latem 1910 roku dr Alvin Seale w swej publikacji na łamach *Journal of Science*. Potem wszelki śluch o niej zaginął.

Jak już wspomniano, zdolnymi, młodymi Japończykami, którzy zostali zainspirowani pomysłem W.S. Kenta byli dr Nishikawa i teść M.T. Mise. Tłumaczyłoby to zadziwiającą zbieżność w czasie (różnica wyniosła tylko jeden tydzień) i w treści (ta sama metoda) pomysłu zgłoszonego do opatentowania na dwu przeciwnych krańcach Japonii. Zasluga Kokichi Mikimoto polegała natomiast na jego determinacji i umiejętności wykorzystania każdej okazji dla wzmocnienia i rozwoju przemysłu perłowego. Jego wystąpienie o patent na metodę hodowli perł w 1908 roku należy uznać za mocno spóźnione i wtórne. Według różnych danych pierwsza japońska hodowana perła *mabe* zebrana została 11 lipca 1893 w zatoce Ago. Miała być wyprodukowana przez Kokichi Mikimoto. Pierwsza perła jądrowa miała zostać wyhodowana i zebrana przez M.T. Mise w 1904 roku. Warto przy tym zauważyć, że pierwsze eksperymenty z wykorzystaniem do hodowli perł mało znanego wówczas perłopława *Pinctada margaritifera* są niewątpliwą zasługą Kokichi Mikimoto. Prace te zostały zainicjowane już w 1914 roku. W następnych latach, mimo chwilowych niepowodzeń i zahamowań, produkcja perł hodowanych nieustannie się rozwijała. Jednocześnie uczyniony został ogromny wysiłek dla wylansowania tej perły w światowych salonach (fig. 4.6). Jest to również niewątpliwą zasługą Kokichi Mikimoto, którego imperium perłowe rozwinęło się niebywale przez te lata.

Na szlak wytyczony przez Kokichi Mikimoto, aczkolwiek ze znacznym opóźnieniem, wkroczyli także inni. Kilkadziesiąt lat później rozpoczęto hodowlę małży perłorodych w pozostałych regionach świata, np. u wybrzeży Australii, w lagunach atoli polinezyjskich, a jeszcze później także u zachodnich i wschodnich wybrzeży Ameryki Środkowej. Rozpoczęcie



Fig. 4.6. Kolia z japońskich pereł hodowanych *akoya*.

hodowli pereł w każdym z tych regionów zbiegało się przeważnie z narastaniem trudności gospodarczych, wywołanych nieomal całkowitym wytrzebieniem małży dostarczających dotychczas masy perłowej. W poszukiwaniu nowych źródeł zarobku zwracano się ku metodom, których skuteczność wykazał Kokichi Mikimoto. Prekursorem hodowli tzw.

„czarych pereł” w Polinezji Francuskiej był niejaki Jean Domard, weterynarz z zawodu. Pierwsza wyhodowana przezeń polinezyjska perła ujrzała światło dzienne w 1965 roku. Nie było to łatwe. W naturze takie perły są bardzo rzadkie (fig. 4.7). Trafiają się średnio raz wśród 15 tysięcy wyłowionych z morza muszli czarnowargowej *Pinctada margaritifera*. Wielką szansę dawaną Polinezji przez hodowlę pereł rozumiało w tamtych latach niewielu. Byli wśród nich: Koko Chaze, polinezyjski dziennikarz, podróżnik i przedsiębiorca, rodzina paryskich jubilerów o nazwisku Rosenthal (ojciec i synowie), Paul Yu, chirurg plastyczny Jean-Paul Lintilhac, Jean-Pierre Fourcade, Yves Tchen Pan (zainstalował hodowlę pereł na wyspach Cooka), Jean Tapu (dawny mistrz świata w podwodnym polowaniu), Jean-Claude Brouillet (twórca linii lotniczych Air Gabon) i Robert Wan, zwany dziś przez media „perłowym królem” Tahiti. Królestwo Roberta Wan jest dziś imponujące. Jest on właścicielem trzech ogromnych farm perłowych na Gambier oraz właścicielem atoli z farmami perłowymi: Marutea Południowa (trzy farmy perłowe), Nengo Nengo (jedna farma), Anuraro (jedna farma); jest obecny także na Fakaravie (jedna farma), Manihi (jedna farma) i Katiu (jedna farma). Należy do niego obecnie blisko 70 % potencjału produkcyjnego Polinezji Francuskiej. Lecz przypadające na lata siedemdziesiąte minionego stulecia początki jego fortuny, podobnie jak początki innych poważnych hodowców z Polinezji, wcale nie były łatwe, np. po wszczęciu zarodków 20 tysiącom małży zebrał po dwu latach hodowli ledwie 1700 pereł. Innym bardzo dynamicznym pionierem „czarnej perły” polinezyjskiej jest



Fig. 4.7. Czarne perły z Tahiti.

Salvador J. Assaël, nowojorski hurtownik i kupiec. To on „narzucił” niejako światu modę na czarne perły. Ubocznym efektem tej działalności było „przywrócenie do życia” wyludnionych polinezyjskich atoli, np. Taumotu, Takapoto, Takaroa, Hikueru, Fakarava, Kauehi, Makemo, Anna. Już pod koniec lat osiemdziesiątych minionego wieku funkcjonowało na tym obszarze blisko 1000 różnej wielkości farm hodowlanych. W następnych latach hodowla perł wkraczała z sukcesem na kolejne archipelagi koralowych wysp Polinezji; a ekspansja trwa do dziś. W podobnym czasie jak w Polinezji zainicjowana została hodowla perł wzdłuż zachodnich i północnych wybrzeży Australii, a ostatnio również wzdłuż wybrzeży Ameryki Środkowej. Hodowle te prowadzone są bardzo nowocześnie, z wykorzystaniem najnowszych urządzeń i technologii oraz postępów nauki. Zresztą najsilniejsze firmy same są inicjatorami wielu badań naukowych z tego zakresu. Powstały też organizacje zrzeszające i reprezentujące hodowców perł; niektóre z nich osiągnęły już status ponadnarodowy.

Początkowo powszechnie wykorzystywano do hodowli perł małże słonowodne. Ale już Chińczycy w XII wieku używali do tego celu małży słodkowodnych. Nie dziwi zatem, że do hodowli perł zaprzęgnięto także małże słodkowodne (fig. 4.8). W Japonii pionierami tego rodzaju hodowli byli bracia Fuijta. Wykorzystali w tym celu słodkowodnego małża *Hieropsis schlegeli*. Prace hodowlane zainicjowano już pod koniec lat czterdziestych dwudziestego wieku w wodach jeziora Biwa w pobliżu Kyoto. Jako zarodka używano początkowo fragmentu tkanki nabłonkowej płaszcza małża słonowodnego *Pinctada martensi* i sztucznego jądra. Wysoki procent odrzutów implantów zmusił do szukania nowych rozwiązań. Okazało się nim zastosowanie implantu w postaci fragmentu tkanki nabłonkowej płaszcza małża słodkowodnego, najlepiej z gatunku Unio. Dla uzyskania idealnej kulistości perły należało ten zabieg powtarzać wielokrotnie, gdyż perły otrzymane po pierwszej implantacji były przeważnie małe i o niezbyt regularnym kształcie. Ponowne wszczepienie wraz z nowym nabłonkiem implantu do tego samego małża umożliwiałoby otrzymanie perł większych i bardziej regularnych. Największe z nich osiągały nawet 12 mm średnicy. Jednorazowo wszczepiano nawet po kilkanaście tego rodzaju zarodków do jednego małża. Cykl hodowlany trwał od pięciu do siedmiu lat, a przy pewnej ostrożności mógł być powtarzany wielokrotnie w trakcie życia małża, gdyż w porównaniu z ich krewniakiem słonowodnym może on żyć





Fig. 4.8. Wyjmowanie perły z małża słodkowodnego ([www.tennesseeriverpearls.com](http://www.tennesseeriverpearls.com)).

nawet kilkadziesiąt lat. W związku z drastycznym pogorszeniem się warunków ekologicznych w źle chronionych, zatrutowanych zanieczyszczeniami i przeludnionych słodkowodnych hodowlach japońskich, np. na jeziorze *Biwa*, zaczęto poszukiwać nowych możliwości ich rozwoju. Idealnym miejscem dla takiej hodowli okazały się słodkowodne akwenty niedalekich Chin. Już pod koniec lat siedemdziesiątych XX wieku rozpoczęto tutaj pierwsze eksperymenty hodowlane, biorąc za wzór sprawdzone technologie i pozytywne doświadczenia japońskie na jeziorze *Biwa*. Zresztą początkowo słodkowodne perły chińskie wprowadzane były na rynek głównie za pośrednictwem firm japońskich, które stały się niejako patronem tej ekspansji. Rozwój hodowli chińskich okazał się tak pomyślny, że w ostatnim dziesięcioleciu Chiny stały się największym producentem słodkowodnych pereł hodowanych w świecie. Ich jakość jest oceniana jako dobra i bardzo dobra, a ceny z uwagi na niskie koszty robocizny przystępne. Postęp w technologii produkcji pereł słodkowodnych jest dziś ogromny. W ostatnich latach są to przeważnie perły kuliste, bezjądrowe, o wielkości sięgającej 8-10 mm; coraz częściej słyszy się o myleniu ich z perłami naturalnymi lub bezjądrowymi *akoya*. Wielkość chińskiej produkcji wzrosła w ostatnich latach w takim stopniu, że w ciągu pięciu lat ceny spadły o około 80 % i nastąpiło kompletne nasycenie rynku. Przykład chiński stał się zaraźliwy. Śladem Chin poszły takie kraje Azji Południowo-Wschodniej, takie jak na przykład Wietnam czy Birma (Myanmar). Ale także w krajach wysoko rozwiniętych podejmuje się próby takiej hodowli, np. we Francji (Wogezy), w Irlandii czy w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej.

## 5. Kategorie pereł

Biorąc za kryterium właściwości optyczne pereł da się je podzielić na:

- **perły sensu stricte**, tj. różnobarwne sferoidalne formy utworzone w łonie mięczaka z substancji mineralno-organiczej, wykazującej perłowy efekt optyczny. Wobec tego rodzaju obiektów nazwa *perła* może być używana bez konieczności stosowania dodatkowych przymiotników objaśniających bliżej jej charakter,
- **perły sensu lato**, tj. różnobarwne sferoidalne formy utworzone w łonie mięczaka z substancji mineralno-organiczej niewykazującej perłowego efektu optycznego. Wobec tego rodzaju obiektów nazwa *perła* winna być uzupełniona o przymiotnik wskazujący na jej szczególny charakter, np. *perła konchowa*, *perła porcelanowa*. Tego rodzaju twory miewają przeważnie też indywidualne wyróżniające je nazwy, np. *melo*, *operculum*; mogą być też opatrywane ogólnym mianem *biokongrecji* (Poirot 1987).

Biorąc za kryterium położenie pereł w ciele mięczaka w trakcie jej wzrastania można wyróżnić pereł:

- **wolne**, tj. powstające wewnątrz części miękkich; mają przeważnie kształt sferyczny lub wyraźnie zbliżony do niego; sporadycznie bywają idealnie kuliste,
- **przyrośnięte**, tj. powstające między płaszczem mięczaka a jego muszlą, zrastając się przy tym w różnym stopniu z tą muszlą; mają przeważnie kształt półsferyczny lub zbliżony do niego; stąd stosowana czasem ogólna ich nazwa *półperły*; wyróżnia się wśród nich pereł naturalne zwane przeważnie *perlami blister* (polski termin: *perły pęcherzowe*) i pereł hodowane zwane pospolicie *perlami mabe*.



Fig. 5.1. *Elżbieta I Tudor*, królowa Anglii, córka Henryka VIII, wielka miłośniczka pereł.

Biorąc za kryterium organizm w łonie którego wzrosła perła da się je podzielić na perły utworzone przez:

- **małże**; należą do nich wszystkie perły *sensu stricte*,
- **ślimaki**; należą do nich niektóre perły *sensu stricte* i niektóre perły *sensu lato*,
- **pozostałe mięczaki**; należą do nich pozostała część pereł *sensu lato*.

Biorąc za kryterium wiek pereł można je podzielić na perły:

- **kopalne**, tj. takie które są rodzajem skamieliny pozyskiwanej ze stanowisk geologicznych (paleontologicznych) i górniczych; są to nadzwyczaj rzadkie znaleziska, a przez to niezwykle cenione (Kauffman 1990),
- **historyczne**, wśród których da się wyróżnić jeszcze:
  - **antyczne**, historycznie starsze, będące rodzajem zabytków pozyskiwanych ze stanowisk archeologicznych, np. grobowców,
  - **antykwaryczne**, historycznie młodsze, pochodzące z względnie niedawnego przekazu historycznego, przeważnie dość dobrze udokumentowanego (fig. 5.1),
- **współczesne**, tj. takie których pozyskanie miało miejsce współcześnie lub pochodzą z całkiem niedawnego, przeważnie bezpośredniego przekazu, np. w spadku po poprzednim, pierwotnym właścicielu.

Biorąc za kryterium barwę można dokonać podziału na perły o barwie podstawowej:

- **białej i do niej zbliżonych** (tzw. *perły jasne*),
- **fantazyjnej** (*pearls fancy colors*), (tzw. *perły ciemne*), czyli wyraźnie odmiennej od barwy białej i barw do niej podobnych.

Biorąc za kryterium środowisko bytowania mięczaka perlorodnego wszystkie perły można podzielić na (Müller 1997):

- **słonowodne**, tj. wzrosłe w mięczakach bytujących w środowiskach morskich i oceanicznych wód otwartych lub częściowo izolowanych,
- **słodkowodne**, tj. wzrosłe w mięczakach bytujących w środowiskach wód lądowych:
  - płynących, np. w rzekach, strumieniach,
  - stagnujących, np. w naturalnych i sztucznych zbiornikach wodnych,

Wreszcie perły z małży bytujących w środowiskach słodko- i słonowodnych mogą być:

- **naturalne**, tj. wzrosłe w łonie mięczaka bez ingerencji człowieka,
- **wyhodowane**, tj. przy współudziale i świadomej ingerencji człowieka.

## PERŁY NATURALNE

Są formowane przez mięczaki perlorodne bez najmniejszej ingerencji człowieka; od chwili rozpoczęcia hodowli pereł przez Japończyków czyli od przełomu XIX i XX wieku udział pereł naturalnych w ofercie rynkowej stale maleje; w chwili obecnej stanowi on ledwie kilka procent całej oferty (Peach 1999). Perły naturalne są zazwyczaj perłami rzeczywistymi (tj. perłami bezjądrowymi). Promień naturalnego zarodka jest w nich wielokrotnie mniejszy od grubości obrastającej go powłoki (*korteksu*) utworzonej przez masę perłową. W roli niewielkiego zarodka, inicjującego rozwój perły naturalnej, występuje przeważnie ułamek muszli mięczaka, okruch koralowca lub drzazgi kości czy ości. Może to być również zneutralizowany i otorbiony pasożyt. Nadzwyczaj rzadko jest to przysłowiowe ziarenko piasku. Mięczaki w trakcie ewolucyjnego rozwoju nauczyły się pozbywać ze swego wnętrza tego rodzaju intruzów, którzy są czymś naturalnym w środowisku ich bytowania. Właściwości pereł naturalnych w dużym stopniu zależą od miejsca połowu. Do czasu Wielkich Odkryć Geograficznych były to głównie perły jasne pochodzące przeważnie z Zatoki Perskiej i akwenu Oceanu Indyjskiego (tzw. *perle d'orient*; Tawernier 1664, 1678). Później uzupełniła je oferta egzotycznych pereł o ciemnych barwach z obszaru Ameryki Środkowej, a następnie z Polinezji, Australii, Filipin, Indonezji (Landman 2001). Ich kształty,



Fig. 5.2. Naturalne perły słodkowodne z dorzecza Mississippi (L. Rychardson 1997).

podobnie jak i wielkość bywały różne, od regularnych (nawet idealnie kulistych) po zupełnie nieregularne. W wymianie handlowej dominowały jednak kształty regularne. Były to głównie naturalne perły słonowodne. W XVII i XVIII wieku, w związku ze zmniejszeniem się połowów pereł słonowodnych, ważnym uzupełnieniem rynkowej oferty pereł naturalnych stały się perły słodkowodne (Kunz, Stevenson 1908). Pozyskiwano je z rzek i strumieni Europy (Szkocja, Irlandia, Francja, Niemcy, Czechy, Austria, Norwegia), Azji (głównie Chiny) i Ameryki Północnej (głównie Mississippi i jej dorzecze), (Rosenthal 1919). Były to perły o barwie jasnej i przeważnie o dość nieregularnym kształcie (fig. 5.2).

**PERŁY NATURALNE** można podzielić na (fig. 5.3):

**1. Naturalne słonowodne**, wśród których da się jeszcze wyróżnić:

- **PERŁY**, powstające wówczas, gdy kawałek muszli mięczaka, koralowca, ości czy kości utkwi w ciele mięczaka. Ten z kolei próbuje pozbyć się intruza i wydalić go; gdy się to nie udaje, zaczyna otaczać go izolującą, neutralizującą warstewką masy perłowej. I tak rozpoczyna się stopniowy wzrost perły, której finalny kształt z rzadka bywa idealnie kulisty,
- **PERŁY BLISTER**, których wzrost inicjowany jest przez pasożyty, np. kraba, ślimaka lub robaka, drążące otwory do wnętrza muszli. Mięczak broniąc się, stara zasklepić otwór i zneutralizować intruza zwiększoną wydzieliną masy perłowej. W rezultacie w miejscu perforacji powstaje perła niecałkiem sferyczna. Perła taka jest z jednej strony płaska i ma

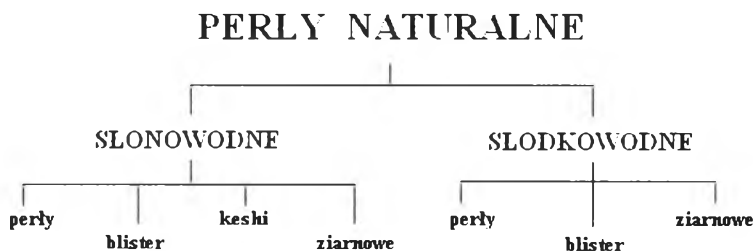


Fig. 5.3. Kategorie pereł naturalnych (objaśnienia w tekście).

przeważnie niewielki, centrycznie usytuowany otwór, a spłaszczenie odpowiada powierzchni, którą przrastała do wewnętrznej powierzchni muszli; z uwagi na jej wygląd, zwłaszcza postrzegany od strony wnętrza muszli, bywa nazywana perłą pęcherzową, gdyż wyglądem przypomina czasem pęcherz powstający po oparzeniu,

- *PERŁY KESHI*, które są perłami naturalnymi o nieregularnej, barokowej postaci; w przypadku pereł naturalnych nazwa ta jest poniekąd synonimem formy różnej od sferycznej i jest rozszerzeniem na perły naturalne nazwy dobrze utrwalonej już w świadomości nabywców, a stosowanej pierwotnie tylko wobec pereł hodowanych,

- *PERŁY ZIARNOWE*, są perłami naturalnymi o wielkości mniejszej od dwu milimetrów (zbyt drobne, by znalazły szersze zastosowanie w produkcji pojedynczych sztuk biżuterii). Współcześnie są dość rzadko spotykane, natomiast często można natknąć się na nie w biżuterii historycznej, gdzie występują przeważnie w postaci ciętej w formę pereł  $\frac{1}{2}$ , (Kunz, Stevenson 1908); nota bene zabieg cięcia bywa stosowany także wobec pereł większych, głównie celem usunięcia ich silnie zdefektowanej części

### **1. Naturalne słodkowodne wśród których da się wyróżnić:**

- *PERŁY* tworzące się wówczas, gdy niewielkie ziarenko lub mikrokonkrekcja węglanowa dostanie się do muszli; wówczas wokół takiego naturalnego zarodka rozpoczyna się wzrost pereł przez odkładanie kolejnych warstewek masy perłowej; pereł takie mają zazwyczaj postać kragłą, choć i inne postacie też nie są wykluczone; ich barwy mogą być szare do białych, delikatnie różowe, matowe, wrzosowe, brunatnawe i bladobrunatne,

- *PERŁY BLISTER*, to pereł, których wzrost inicjowany jest przez pasożyty drążące otwory do wnętrza muszli. Mięczak, broniąc się, stara zasklepić otwór i zneutralizować intruza zwiększoną wydzieliną masy perłowej. W rezultacie w miejscu perforacji powstaje perła niecałkiem sferyczna. Perła taka jest z jednej strony płaska i ma przeważnie niewielki, centrycznie usytuowany otwór, a spłaszczenie odpowiada powierzchni przyrostu do wewnętrznej powierzchni muszli; z uwagi na jej wygląd, zwłaszcza od strony wnętrza muszli, bywa nazywana perłą pęcherzową,

- *PERŁY ZIARNOWE*, są perłami naturalnymi o wielkości mniejszej od dwu milimetrów. W dobie współczesnej są dość rzadko spotykane, natomiast dość często można natknąć się na nie w biżuterii historycznej, gdzie występują przeważnie w postaci ciętej w formę pereł  $\frac{1}{2}$ ; zbieg ten dokonywany bywa także wobec większych pereł celem usunięcia ich zdefektowanej części.

**PERŁY HODOWANE** są tworzone przez mięczaki perłorodne przy współudziale i świadomej ingerencji człowieka; od chwili rozpoczęcia hodowli pereł przez Japończyków, czyli od przełomu XIX i XX ich udział w ofercie rynkowej nieustannie rośnie; w chwili obecnej udział oferty pereł hodowanych w rynku wynosi dziewięćdziesiąt kilka procent (Micimoto Pearl Island Company 1998). Przymiotnik hodowane oznacza, że człowiek wszczepia mięczakowi perłotwórczemu implant (irytant), zmuszając go w ten sposób do produkcji masy perłowej neutralizującej ów implant. Wszczep składa się ze skrawka tkanki nabłonkowej płaszczki mięczaka, otaczające wszczepiany zarodek. Zainicjowany w ten sposób wzrost pereł odbywa się dalej już całkowicie siłami natury, dzięki procesom metabolicznym zachodzącym w ciele mięczaka perłorodnego. Hodowca może tylko w ograniczonym stopniu wpływać na końcowy rezultat hodowli, czyli na barwę, kształt, wielkość czy grubość wytworzonej w ten sposób powłoki perłowej. Wpływ ten można osiągnąć pośrednio poprzez kształtowanie określonych warunków i parametrów środowiska, w którym prowadzona jest hodowla (Buestel et al. 1995). Jednak w ostatecznym rozrachunku każda perła jest w gruncie rzeczy tworem indywidualnym i nie da się do końca przewidzieć wszystkich jej własności i parametrów. Pereł hodowane można podzielić na pereł (fig. 5.4):

# PERŁY HODOWANE

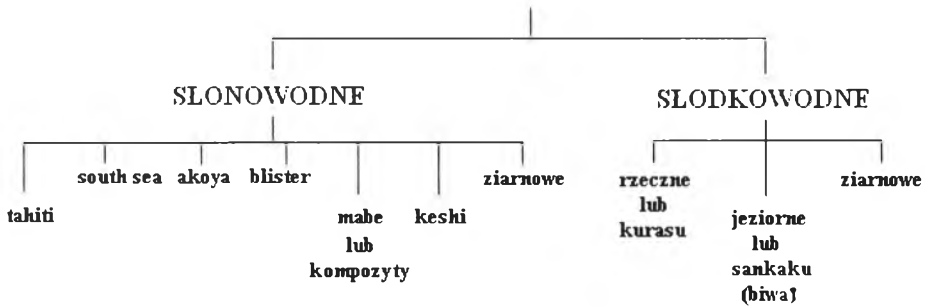


Fig. 5.4. Kategorie perł hodowanych (objaśnienia w tekście).

**1. Hodowane słonowodne**, tj. wyhodowane przy pomocy mięczaków bytujących w środowisku morskich i oceanicznych wód otwartych lub wód częściowo izolowanych. Wzrost perły hodowanej zaczyna się z chwilą implantacji w ciało mięczaka zarodka otoczonego skrawkiem tkanki nabłonkowej płaszcza małża perlorodnego. Odkładana na zarodku masa perłowa formuje perłę; wyróżnia ją obecność sztucznego jądra, stąd często stosowana nazwa *perła jądrowa*. Zasadniczo każdy słonowodny małż perlorodny ma wszczepiany w kolejnych cyklach hodowlanych tylko po jednym zarodku (Crowningshield 1962); oznacza to wielką troskę hodowców o warunki bytowe i stan zdrowotny hodowli, np. wyrazem tej troski jest częste czyszczenie muszli, (przynajmniej kilka razy w roku), stosowanie różnych medykamentów zwalczających lub ograniczających szerzenie się chorób, itp. Wśród słonowodnych perł hodowanych wyróżnia się następujące kategorie:



Fig. 5.5. Hodowana perła słonowodna *tahiti* o barwie pawiej ([www.netperles.com](http://www.netperles.com)).

- **PERŁY TAHITI**, to jest ciemne perły o średnicy od 8 mm do 18 mm; bywają też 21 mm. Zarodkiem perły jest sztuczne jądro węglanowe wykonane z naturalnej masy perłowej (aragonitowe). Idealna powłoka perłowa powinna mieć grubość 2,5 mm. W rzeczywistości zmniejszyła się ona ostatnio nawet do 0,25 mm (Newman 1999). Hodowane są w łonie czarnowargowych perłopławów *Pinctada margaritifera*. Występują w hodowlach rozłokowanych głównie w lagunach atoli Polinezji Francuskiej oraz u wybrzeży Panamy i

Meksyku (Ameryka Środkowa), a ostatnio także na Hawajach (USA). Ich barwa jest naturalnie ciemna z overtonem grafitowym do zielonego, lub czarnym, rzadziej pawim do oberżynowego (fig. 5.5), często też z metalicznym orientem; może to być także barwa jasna, wręcz biaława ze złotym lub szarym overtonem (Saquet 1992),



Fig. 5.6. Hodowana perła słonowodna *south sea* (www. netperles.com).

- **PERŁY SOUTH SEA**, to perły o średnicy od 9 mm do 16 mm, bywają też 20 mm. Z uwagi na wielkość bywają nazywane niekiedy „królową” pereł hodowanych. Zarodkiem perły jest sztuczne jądro węglanowe wykonane z masy perłowej (aragonitowe). Powłoka perłowa powinna mieć minimalną grubość 2,5 mm; w praktyce jest ona często znacznie cieńsza. Hodowane są w łonie odpowiednio białowargowych, srebnowargowych i złotowargowych perłopławów *Pinctada maxima* zamieszkujących wody wokół wybrzeży Australii, Nowej Gwinej, Filipin, Indonezji i Burmy (Myanmaru). Nie są to małże zbyt rozpowszechnione w ich naturalnym środowisku występowania (Tun 1994). Wielkość owych perłopławów sięga nawet 30 cm. Wytwarzają perły barwy jasnej, przeważnie białej z overtonem od srebrnego poprzez złoty do bladoróżowego (fig. 5.6). Produkcja pereł oparta na małżu *Pinctada maxima* jest bardziej kłopotliwa i ryzykowna niż produkcja oparta na innych małżach, np. na małżu *Pinctada fucata* (Wada 1991). Hodowla *perł south sea* trwa średnio wyraźnie dłużej niż hodowla większości popularnych typów pereł, np. *perł akoya*. Ale w rezultacie *perły south sea* mają grubsze powłoki perłowe i są dzięki temu bardziej długowieczne (trwalsze), choć jednocześnie rzadko są to perły idealne, z uwagi na większe ryzyko powstania różnorodnych defektów wskutek dłuższego czasu ich kultuwacji. Stąd też *perły south sea* o najwyższej jakości są rzadko spotykane. W ostatnich latach najważniejszym obszarem hodowli tych pereł stała się Burma, choć niestabilna sytuacja polityczna pogorszyła nieco warunki produkcji i kontroli jakości hodowanych tam pereł,

- **PERŁY AKOYA**, to perły o średnicy od 3 mm do 10 mm, rzadziej 10,5 mm. Wzrost perły zaczyna się od momentu wszczepienia implantu. Ma on postać kulki wytoczonej z naturalnej masy perłowej otoczonej skrawkiem nabłonka tkanki płaszczowej. Inicjacja wzrostu perły polega na przekształceniu skrawka nabłonka w otaczającą zarodek torebkę, z której odkładana

jest następnie sukcesywnie wokół zarodka masa perłowa neutralizująca wszczep. Implantacja zarodków możliwa jest w perłopławach, które osiągnęły wiek około 2,5 – 3 lat (Yonick 1999). Są to małże dożywające przeważnie około siedmiu lat. Kokichi Mikimoto, pierwszy przemysłowy hodowca *perł akoya* zalecał kultywację perły w łonie perłopława przez okres trzech lat. Obecnie czas kultywacji *perł akoya* skrócono do 1,5 roku, co zaowocowało zmniejszeniem grubości powłoki z masy perłowej do 0,5 mm. Pogoń za zyskiem powoduje, że niejednokrotnie czas kultywacji perły skracany jest nawet do 0,5 roku (Wada 1996). W konsekwencji powłoka z masy perłowej narośnięta na sztucznym jądrze jest tak cienka, że staje się ono wyraźnie widoczne w sprzyjającym oświetleniu lub podczas toczenia się perły po płaskiej powierzchni (dzięki charakterystycznemu migotaniu). *Perły akoya* są zwykle



Fig. 5.7. Hodowane perły słonowodne *akoya* (([www.netperles.com](http://www.netperles.com)).

barwy białej z overtonem białym do bladoróżowego i bladozłotego (fig. 5.7); sporadycznie bywa to overton bladoszary (Akamatsu 1999). Większość pereł *akoya* jest poprawiana (traktowana), głównie celem zintensyfikowania barwy (Taburiaux 1985). *Perły akoya* produkowane były pierwotnie tylko w Japonii. Obecnie bardzo ważnym producentem tych pereł stały się Chiny; sukcesywnie dołączają do nich także coraz to nowe kraje.

- *PERLY BLISTER*, to perły o średnicy od 4 mm do 10 mm. Są kultywowane na wewnętrznej powierzchni muszli mięczaka. Zarodek może mieć kształt kulisty lub inny, np. serce, owal, kropla. W miejscu przyrośnięcia zarodka do powierzchni muszli powłoka perłowa jest przeważnie dość płaska, a masa perłowa bywa w tym miejscu niekompletna lub kompletna, o różnym stopniu zdefektowania (fig. 5.8). Przyczyny przyrośnięcia zarodka do wewnętrznej powierzchni muszli bywają różne, ale zawsze niezamierzone, przypadkowe; jest to przeważnie rezultat zbiegu różnych okoliczności towarzyszących procesowi kultywacji pereł jądrowych (Cuif et al. 1993). Z wyglądu podobne są do hodowanych w sposób zamierzony *perł mabe*. Zasadnicza różnica w budowie *perły blister* i *perły mabe* polega na tym, że zarodek nie jest wyjmowany z wnętrza *perły blister*, a jej montaż w wyrobie jubilerskim odbywa się często wraz z dość szerokim (do kilkunastu milimetrów) kołnierzem masy perłowej otaczającym centralnie lub ekscentrycznie położoną wypukłość (tzw. kopułkę) takiej perły (Wentzell 1998). Dzięki temu kołnierzowi dość łatwo można odróżnić *perłę blister* od *perły mabe*, często już na pierwszy rzut oka. Z uwagi na taką postać używa się jej głównie



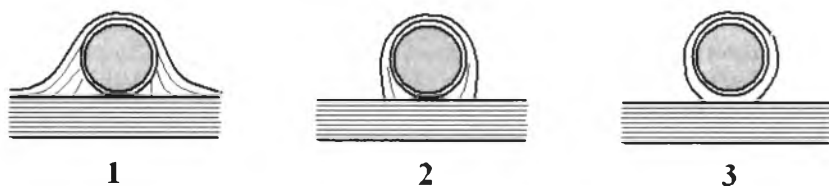


Fig. 5.8. Perła hodowana typu *blister* z powłoką perłową: 1 - niekompletną, 2 – prawie kompletną, 3 – kompletną zdefektowaną.

do wytwarzania broszek i kolczyków. *Perły blister* w porównaniu z *perlami mabe* są odporniejsze na potencjalne uszkodzenia; mają też przeważnie lepszy połysk i orient.

- *PERŁY MABE (kompozyt)*, to półperły o średnicy od 11 mm do 17 mm. Są hodowane w sposób zamierzony na wewnętrznej powierzchni muszli mięczaka. Zarodkiem takiej perły jest półkula wykonana z masy perłowej lub plastiku. Masa perłowa odkłada się na powierzchni sferycznej takiej półkuli, która jest przymocowana do wewnętrznej powierzchni muszli mięczaka perlorodnego. Grubość odłożonej powłoki perłowej *perły mabe* jest na ogół wielokrotnie większa od grubości powłoki pereł okrągłych i sięga niekiedy nawet 3-4 mm. Otrzymana w ten sposób półperła jest następnie odcinana od powierzchni muszli, a zarodkowa półkula wyjmowana (fig. 5.9). Opróżniona pólśfera z wyhodowanej masy perłowej jest czyszczona przy pomocy kwasu solnego, a następnie wypełniana odpowiednio dobraną żywicą epoksydową i wklejanym przy jej pomocy nowym półjądrem wykonanym z masy perłowej. Całość jest zabezpieczana od dołu odpowiednio doszlifowaną płytką z masy perłowej (McKenzie 1999). Wieleelementowa budowa i wieloetapowa procedura otrzymywania tego rodzaju perły upoważnia do nazywania jej kompozytem (Matlins, Bonanno 2001). W tego typu perlach warstewki masy perłowej mają różnokierunkowe ułożenie, i nie jest to ułożenie w pełni koncentryczne jak w perlach sferycznych (Norton et al. 1999). Z uwagi na kształt używa się ich głównie do wytwarzania broszek i kolczyków, niekiedy też wisiorków i medalionów (Hackney, Edkins 2000). *Perły mabe* są bardziej podatne na uszkodzenia niż *perły blister*. Stąd winny być traktowane z szczególną ostrożnością podczas badania i użytkowania. Bardzo ważne jest również zadbanie o wybór egzemplarza z dostatecznie grubą powłoką perłową. Jeśli jest ona odpowiednia, to perła charakteryzuje się bardzo dobrym połyskiem i orientem; przy mierniej powłoce perła ma „kredowy” wygląd. Jest to ważne także i z tego powodu, że *perła mabe* o cienkiej powłoce perłowej jest bardziej krucha; może łatwo pękać i łuszczyć się. Jej trwałość jest niska.

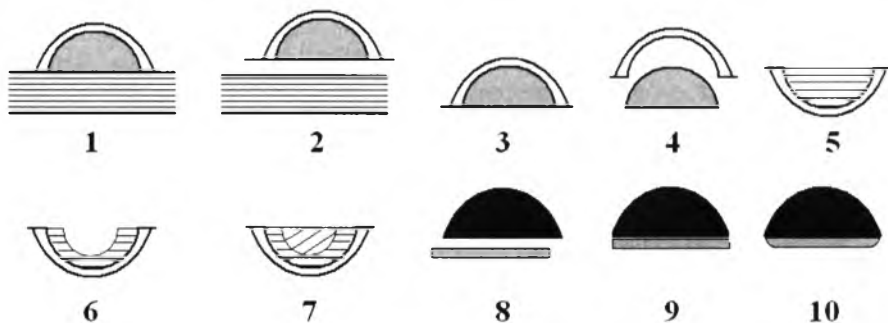


Fig. 5.9. Perła hodowana typu *mabe* (kompozyt) i etapy jej powstawania (objaśnienie w tekście).

- **PERŁY KESHI**, to perła słonowodna, która powstaje zwykle w sposób niezamierzony, przypadkowo, gdy zarodek, w postaci kulki wytoczonej z macicy perłowej, wszczepiony wraz ze skrawkiem nabłonka tkanki płaszczowej zostanie odrzucony przez perłopława. Wówczas pozostały po wszczepie w łonie mięczaka skrawek nabłonka tkanki płaszczowej zaczyna otaczać masą perłową samego siebie. Takie perły prawie zawsze mają barokową formę (fig. 5.10). I chociaż budową mogą bardzo przypominać perły naturalne, to jednak powinny być z uwagi na sposób powstawania zaliczone do pereł hodowanych. Współcześnie są one coraz rzadziej spotykane, z uwagi na dużą troskę hodowców o rentowność swojej produkcji, a tym samym coraz staranniej prowadzoną procedurę wszczepiania implantów (Holewa 2000). Perłopław jest w stanie wyprodukować tylko pewną skończoną ilość masy perłowej. Jeśli jej część zostanie zużyta na wytworzenie pereł typu *keshi*, to odbędzie się to kosztem pereł o bardziej atrakcyjnym kształcie, np. *perł akoya*. Coraz większa troska o jakość wszczepu powoduje coraz mniejszy udział wszczepów nieudanych, a tym samym mniej szans na powstanie pereł typu *keshi*. *Perły keshi* pochodzące z hodowli japońskich są wyraźnie mniejsze od *perł keshi* pochodzących z hodowli z mórz południowych. Te ostatnie osiągają często wielkość 8-10 mm. *Perły keshi* bywają też nazywane po polsku *pop cornem*.

- **PERŁY ZIARNOWE**, to sferyczne perły hodowane o wielkości mniejszej od 2 mm. W czasach współczesnych są stosunkowo rzadko produkowane, głównie przez osobniki młodociane.

**2. Hodowane słodkowodne**, tj. wyhodowane przy pomocy mięczaków bytujących w środowisku lądowych wód płynących, np. w rzekach, strumieniach lub wód stagnujących, np. naturalnych i sztucznych zbiornikach wodnych. Jeszcze do niedawna wytwarzanie pereł tego rodzaju polegało na wszczepieniu tkanki nabłonkowej płaszcza mięczaka perłorodnego w ciało mięczaka słodkowodnego. Wyhodowane w ten sposób perły nie zawierają sztucznego zarodka i stąd często stosowana względem nich nazwa *perły bezjadowe*. W obrazie radiograficznym ujawniają drobną, centralnie położoną pustkę; jest to pozostałość po skrawku wszczepionej tkanki nabłonkowej, która w miarę upływu czasu stopniowo ulegała rozkładowi i wysuszeniu. Od pewnego czasu sytuacja w metodach hodowli pereł słodkowodnych



Fig. 5.10. Hodowane perły słonowodne *keshi* z Tahiti ([www.pacific-promotion.com.fr](http://www.pacific-promotion.com.fr)).

zmieniała się jednak znacząco. W obrocie handlowym pojawiły się wysokiej jakości słodkowodne perły okrągłe. Taki produkt wymaga bardziej wyrafinowanej technologii, łącznie z niestosowaną dotychczas w hodowli perł słodkowodnych implantacją sztucznego jądra. Szczegóły tej technologii opracowanej i wdrożonej przez producentów chińskich są okryte tajemnicą. Można jednak podejrzewać, że chodzi o implantację okrągłego jądra wyszlifowanego z mniej udanych egzemplarzy słodkowodnych perł bezjądrowych. Dzięki temu Chiny stały się światowym potentatem w produkcji tego rodzaju perł. Jednak większość z nich ma wielkość poniżej 6 mm. Zapewne niebawem śladem Chińczyków pójda także inni hodowcy perł słodkowodnych, np. z USA. Współcześnie są to najbardziej poszukiwane perły słodkowodne, a jednocześnie są one wyraźnie tańsze od okrągłych perł słonowodnych. Perły słodkowodne znajdowane są głównie pod fałdami płaszczowymi obu skorup muszlowców. Taka lokalizacja wszczepów jest mniej stresująca dla mięczaka perłorodnego. Niektóre z nich są formami długowiecznymi i osiągają wiek liczony w dziesięcioleciach. Gatunki słodkowodne najpowszechniej stosowane w hodowli perł dożywają przeważnie 30 lat. Umożliwia to wyhodowanie nawet kilku pokoleń perł przy użyciu jednego pokolenia mięczaków. Wielkość perł słodkowodnych zależy przede wszystkim od czasu ich przebywania w łonie mięczaka perłorodnego. Pojedynczy mięczak pokolenia jest w stanie wytworzyć nawet średnio do 30 - 35 perł. Produktywność



Fig. 5.11. Jeziorne perły słodkowodne pochodzenia chińskiego (www.netperles.com).

słodkowodnych mięczaków perłorodnych jest zatem wielokrotnie większa od produktywności mięczaków słonowodnych. Wśród hodowanych perł słodkowodnych wyróżnia się:

- *PERŁY RZECZNE* (*kurasu*), to perły hodowane w łonie rzecznych małży Kurasu; wyglądem i wielkością przypominają ziarenka ryżu. Ich powierzchnia jest często mocno zmarszczkowana, nierówna. Były intensywnie hodowane w Chinach i obecne są na rynku od 1930 roku. Ich barwa jest przeważnie biała z kremowym overtonem. Incydentalnie bywają barwione, niekiedy nawet w barwach fluoryzujących,
- *PERŁY JEZIORNE* (*sankaku, biwa*), to perły, które już w latach czterdziestych dwudziestego wieku produkowane były w japońskim jeziorze Biwa. Z tego powodu w powszechnej świadomości utrwaliły się pod nazwą *perł biwa*. Ich wielkość zależy od czasu kultywowania. Przyciągają uwagę połyskiem, doskonałą jakością powierzchni i głębią

orientu. Ich barwa mieści się w gamie barw od białej poprzez kremową, brzoskwińową, wrzosową, matową do blad różowej i od miedzianej do blad szarej. Ich forma bywa bardzo różna, np. owalna, baryłkowata, kartoflowa, monetowa, gdyż wzrastają od zarodka w postaci wszczepu skrawka nabłonka tkanki płaszczowej perłopława. Mogą to być też formy przypominające postacie zwierząt, fantastycznych smoków, ale także symbole krzyża, serca, strzały. Oczywiście tworzą się także formy sferyczne, mniej lub bardziej doskonale ukształtowane (fig. 5. 11). Perły z jeziora Biwa stanowią niedościgniony wzór najwyższej jakości perły słodkowodnej. Niestety, w końcu lat osiemdziesiątych dwudziestego wieku



Fig. 5.12. Jeziorne perły słodkowodne pochodzenia chińskiego (www.netperles.com).

nastąpiło załamanie się hodowli pereł na jeziorze Biwa spowodowane zbyt silnym zanieczyszczeniem wód jeziornych i zbyt dużą intensyfikacją hodowli. W rezultacie główne ośrodki hodowli japońskich pereł jeziornych zostały przeniesione do Chin, a częściowo także do Korei Południowej. Jednak produkowane tam perły wysyłane były przez lata do Japonii i sprzedawane nadal pod nazwą *perła biwa*. To spowodowało inflację nazwy *biwa*, która współcześnie rozciągana jest na większość pereł hodowanych w jeziorach południowo-wschodniej Azji. W ostatnich latach technologię hodowli pereł jeziornych udoskonalono do tego stopnia, że udaje się otrzymywać już perły o doskonałej formie, idealnie sferyczne (fig. 5.12). Chodzi tu prawdopodobnie o zastosowanie po raz pierwszy na dużą skalę wymyślonej przez Chińczyków w końcu XX wieku metody wszczepiania sztucznych jąder otrzymywanych przez oszlifowanie mniej udanych egzemplarzy pereł pseudojądrowych (dotychczas perły słodkowodne otrzymywano głównie metodą wszczepu tkankowego nabłonka płaszczowego). Perły jeziorne, szczególnie gorszej jakości, są także coraz częściej poprawiane różnymi metodami, głównie dla otrzymania atrakcyjnej i jednocześnie przeważnie dość trwałej barwy,

- **PERŁY ZIARNOWE**, znajdujące zwykle obok innych pereł słodkowodnych rzecznych i jeziornych; zalicza się do nich perły o wielkości mniejszej od dwu milimetrów.

#### ***Słodkowodne perły amerykańskie.***

W chwili obecnej nie ma drugich takich pereł w świecie. Po pierwsze rzadko są one zupełnie okrągłe. Częściej dostępne są w innych formach, np. owal, kopuła przypominająca *mabe*, sztabka, moneta. Jedno spojrzenie na słodkowodną perłę amerykańską pozwala

dostrzec istotne różnice wyglądu względem innych pereł. Wynikają one głównie z odmiennej, nie stosowanej w innych hodowlach pereł słodkowodnych metody hodowli. Metoda ta była doskonalona przez lata i polega na wykorzystaniu implantowanego zarodka wytwarzanego z masy perłowej pozyskiwanej z małży słonowodnych. Zarodek ten wszczepiany jest wraz ze skrawkiem nabłonka płaszczowego małżowi bytującemu tylko w rzekach i jeziorach Ameryki Północnej. Największa koncentracja hodowli tych pereł ma miejsce w stanie Tennessee, ale mniejsze skupiska hodowli rozrzucone są w całym dorzeczu Mississippi oraz na rozległym terytorium Kanady. Z terenów tych pochodzą zresztą też muszle używane z kolei do wytwarzania sztucznych zarodków wszczepianych słonowodnym małżom używanym w innych częściach świata dla produkcji słonowodnych pereł jądrowych. Użycie zarodków w słodkowodnych małżach połączone bywa czasem z niekonwencjonalną lokalizacją wszczepu w ciele mięczaka. Ponadto czas hodowli jest nieporównanie dłuższy, gdyż wynosi przeważnie od trzech do pięciu lat. W rezultacie tworzy się perła o rzadko spotykanej grubości powłoki perłowej. To przekłada się na bardzo wysoką jakość połysku i towarzyszący mu stały orient, porównywalne jedynie z połyskiem i orientem najwyższej jakości pereł słonowodnych lub naturalnych. Ponadto amerykańskie słodkowodne perły nie są nigdy wybielane, barwione lub upiększane innymi metodami. W rezultacie powstaje perła, która w wielu aspektach porównywalna jest z perlą naturalną, bardziej niż wszystkie inne perły hodowane. Również ich trwałość znacznie przewyższa nawet najlepsze perły hodowane z innych regionów świata. Perły te wykazują oczywiście pewne zróżnicowanie w barwie, formie i jakości powierzchni, a ich ocena jest dość trudna, gdyż polega na zauważeniu drobnych, czasem wręcz subtelnych różnic występujących między nimi. Mimo dużej dostępności, cena amerykańskich słodkowodnych pereł hodowanych jest zdecydowanie większa od ceny większości pozostałych pereł słodkowodnych

### ***Perły abalone (uchowców) .***

Są to jedne z najpiękniejszych i dość niezwykłych pereł nabywanych chętnie przez miłośników pereł na całym świecie (fig. 5.13). Jednocześnie w naturze należą do rzadziej spotykanych. W odróżnieniu od innych pereł słonowodnych są wytwarzane przez ślimaki, które są jednocześnie jadalne. Są to te same ślimaki, z których przyrządza się posiłki podawane w wielu restauracjach amerykańskich, australijskich, japońskich, koreańskich, itp. Skutkiem tego zostały silnie wytrzebione w ich naturalnym środowisku. Dziś są już przeważnie jedynie obiektem intensywnej hodowli. Uchowce (*abalone*) tworzą wybornie zabarwioną i przepięknie iryzującą masę perłową wyścielającą ich muszle. Notabene jest ona bardzo chętnie wykorzystywana przez producentów różnorodnych ozdób. Równie atrakcyjnie jak masa perłowa wyglądają perły tworzone przez *abalone*. Są one żywo wybarwione i intensywnie iryzujące. Utworzone są z masy perłowej o charakterystyce analogicznej do masy perłowej małży. Perły te cechuje silny połysk i dobry orient. Jeszcze do początku lat dziewięćdziesiątych dwudziestego wieku większość pereł *abalone* była pochodzenia naturalnego. Poławiano je wzdłuż zachodnich wybrzeży Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej, u wybrzeży Japonii, Australii, Nowej Zelandii, Korei. Jednak szybko rosnące zapotrzebowanie spowodowało rozpoczęcie ich hodowli. Póki co hodowla *pereł abalone* ogranicza się do wytwarzania pereł typu *mabe*. Każda naturalna *perła abalone* jest unikatowa. Wynika to z ogromnego zróżnicowania gatunkowego uchowców. Znanych jest 96 gatunków tych morskich ślimaków. Każdy z nich ma sobie właściwą barwę, wielkość, tempo przyrostu. Wziąwszy jeszcze pod uwagę zróżnicowanie środowiska ich bytowania daje to ogromna liczbę możliwych odmian i odcieni masy perłowej. Znajduje to odbicie w bogactwie barw, oraz w wielkości i formie tworzonych przez nie pereł. Powoduje to, że trudno znaleźć dwie takie same naturalne *perły abalone*. Barwy *pereł abalone* (uchowców) są niezwykle bogate i egzotyczne; można spotkać barwy od srebrzyscie metalicznych po stalowo czarne, kremowe,

złote, różowe, srebrzyście zielone, świetliście różowe, itp. Najwyżej cenione i najbardziej poszukiwane są barwy przypominające wyglądem pawie pióro o tonie niebieskim lub zielonym. Forma *perel abalone* jest kolejną cechą wyróżniającą te perły. Ich naturalne egzemplarze mają przeważnie postać baroków o formie obłego walca (cygara), dysku,



Fig. 5. 13. Hodowane perły uchowców (perły *abalone*) typu *mabe*.

spodka; inne przypominają wyglądem ząb lub róg; jeszcze inne mają śmieszne zagłębienia i przeloty. Naturalne *perły abalone* okrągłe lub sferyczne nie są znane. Jest to perła tak charakterystyczna, że raz zobaczona nie może być już nigdy pomyłona z innym typem pereł. Do oceny *perel abalone* używa się tych samych kryteriów, co i do oceny pozostałych typów pereł (barwa/overtone, połysk/orient, forma, jakość powierzchni, grubość powłoki perłowej, wielkość). Większość *perel abalone* wykazuje obecność charakterystycznych brązowych lub białawych plam; ich obecność nie ma dużego wpływu na wartość i traktowane jest jak typowa cecha tych pereł. *Perły abalone* o najwyższej jakości połysku i doskonałym orienście są stosunkowo rzadkie, stąd wysoko cenione. Podobnie rzadkie są egzemplarze o powierzchni bez skaz i defektów. *Perły abalone* miernej jakości mogą osiągać wielkość około 500 karatów; największe wysokiej jakości perły tego rodzaju nie przekraczają jednak przeważnie 100 karatów. W związku z ochroną gatunkową i wyczerpaniem się naturalnych łowisk dopływ naturalnych *perel abalone* na rynki światowe uległ prawie całkowitemu zahamowaniu; w chwili obecnej w ofercie rynkowej dominują hodowane *perły abalone* typu *mabe*.

Zewnętrznie, bez odpowiedniego wyposażenia aparaturowego trudno jest dostrzec jakąkolwiek różnicę między perłą hodowaną i perłą naturalną. W istocie często różnica ta sprowadza się do tego, że perła naturalna powstaje w łonie mięczaka całkowicie przypadkowo, bez jakiegokolwiek interwencji człowieka, podczas gdy wzrost perły hodowanej rozpoczyna się od introdukcji w ciało mięczaka irytanta (przeważnie zarodka), po czym dalszy rozwój perły następuje już siłami natury dzięki metabolizmowi mięczaka. Ostatnio coraz częściej jest on nie tylko inicjowany, ale także korygowany w trakcie jego trwania, np. przez wyjmowanie, selekcję, uzupełnienie i ponowne wszczepianie. Czasem zabieg taki ponawia się wielokrotnie.

## 6. Budowa i występowanie perel naturalnych

Powstanie wolnej perły naturalnej jest rezultatem specyficznej, spontanicznej reakcji obronnej mięczaka. Zazwyczaj chodzi o neutralizację irytanta (obcego ciała drażniącego, uwierającego mięczaka), który przedostał się do wnętrza mięczaka i którego nie udało się mu wydalić w zwykły sposób. Reakcja obronna polega na obudowaniu i izolacji intruza warstewkami masy perłowej (fig. 6.1). Tym samym irytant staje się zarodkiem przyszłej perły. Może nim być niewielki odprysk muszli, mikrokonkrekcja, ziarenko piasku, komórki pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, np. jaja tasiemca, nicienia, niewielki pasożyt, larwa, obumarłe komórki samego mięczaka, wreszcie zdefektowany różnymi przyczynami fragment tkanki nabłonkowej płaszcza mięczaka, np. wskutek skaleczenia przez drapieżnika. W przypadku tworzenia się naturalnych perel typu *blister* (tzw. *perel pęcherzowych*) reakcja obronna mięczaka polega głównie na dążeniu do zasklepienia masą perłową otworu w muszli, którym usiłował wdrzeć się do jej wnętrza drapieżnik lub pasożyt, bądź też na izolacji i neutralizacji intruza przyklejonego do wewnętrznej powierzchni muszli przez pokrycie go warstewkami masy perłowej.

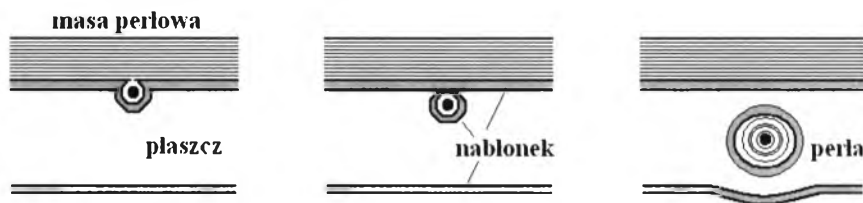


Fig. 6.1. Powstawanie naturalnej perły wolnej.

Biorąc pod uwagę znikomą wartość stosunku wielkości zarodka do miąższości narośniętej nań masy perłowej prawie wszystkie perły naturalne można zaliczyć do perel bezjądrowych (fig. 6.2). W wypadku całkowitego wysuszenia lub rozpadu zarodka, np. występującego pierwotnie w postaci drobnego strzępka tkankowego, rentgenograficzne dopatrzenie się go w perłach naturalnych bywa dość kłopotliwe, a niekiedy wręcz problematyczne. Warstewki masy perłowej sferycznie obrastające zarodek wykazują zwykle pewne zróżnicowanie barwy i miąższości. Polega to przeważnie na alternacji warstewek jaśniejszych i ciemniejszych, przy czym miąższość warstewek jaśniejszych jest zwykle wyraźnie większa od miąższości warstewek ciemniejszych. Barwa poszczególnych warstewek, jej odcień i stopień ściemnienia zależą przede wszystkim od zawartości i składu konchioliny łączącej płytki aragonitowe masy perłowej. Szczególnie istotny jest zwłaszcza skład i zawartość w niej pierwiastków śladowych, np. sodu, magnezu, strontu, manganu, chloru, miedzi, cynku, seleniu, krzemu, tytanu, kobaltu, których tlenowe związki w sposób zasadniczy wpływają na ostateczne ukształtowanie się podstawowej barwy masy perłowej (Sriangura 2002). Tłumaczy się to zmiennością warunków fizykochemicznych środowiska wodnego, w którym bytują mięczaki perłorodne oraz charakterem, jakością i dostępnością pożywienia. Zmienność ta uwarunkowana jest także sezonowo. W okresach chłodniejszych przyrost masy perłowej jest znacznie ograniczony lub nawet zupełnie zamiera, podczas gdy w okresach cieplejszych, optymalnych dla wzrostu masy perłowej, jest dokładnie odwrotnie.

Słonowodne mięczaki perłorodne najkorzystniejsze warunki rozwoju znajdują w płytkich wodach przybrzeżnych okołorównikowej strefy klimatycznej. W związku z tym naturalne perły słonowodne pozyskiwano niegdyś i w niewielkich ilościach pozyskuje się jeszcze w (fig. 6.3):

- Zatoce Perskiej (wybrzeża Iranu, Kuwejtu, Kataru, Omanu, Zjednoczonych Emiratów Arabskich, Bahrajnu, Iraku),

- Zatoce Mannar (pomiędzy Sri Lanką i Indiami),
- Zatoce Adeńskiej,
- Morzu Czerwonym,
- basenie somalijskim (szczególnie wybrzeża Seszeli),
- Kanale Mozambickim,
- wodach północnych, wschodnich i południowo-wschodnich wybrzeży Australii,
- wodach przybrzeżnych Nowej Zelandii i pobliskich wysp,
- przybrzeżnych wodach wysp Polinezji (Tahiti, Tuamotu, Gambier, Nowa Kaledonia, Samoa, Fidżi, Cooka, ...),

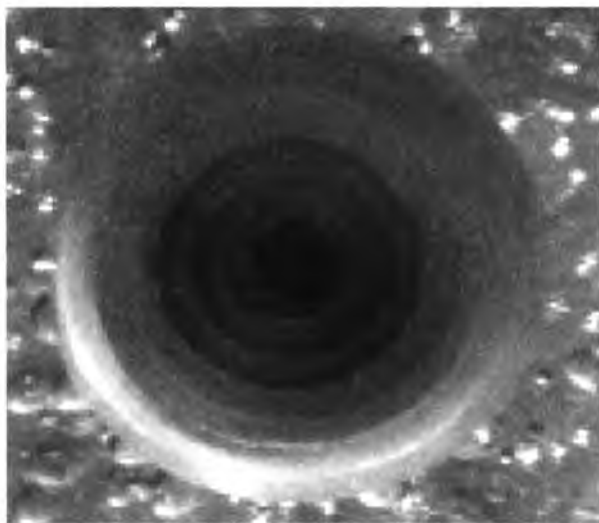


Fig. 6.2. Przekrój perły naturalnej; widoczny zarodek i zróżnicowanie stref wzrostu powłoki perłowej ([www.amnh.org](http://www.amnh.org)).

- wodach przybrzeżnych Filipin i Indonezji (Zatoka Manilska, archipelag Sulu, Mindanao, Jawa, Wyspy Sundajskie, Nowa Gwinea, ...),
- wodach basenu melanezyjskiego,
- wodach przybrzeżnych Wenezueli (zatoka Paria, wyspy Margarita i Cubagua),
- Zatoce Panamskiej (Archipelag Perłowy),
- Zatoce Kalifornijskiej (wschodnie wybrzeże Dolnej Kalifornii, przy ujściu rzeki Kolorado, wokół wyspy Carmen),
- Zatoce Meksykańskiej (przy ujściu Mississippi) i wodach przybrzeżnych Florydy,
- Morzu Karaibskim,
- wodach przybrzeżnych Peru.

Dla rozwoju słodkowodnych mięczaków perłorodnych korzystniejsze są wody chłodniejsze. Stąd naturalne perły słodkowodne pozyskiwano i pozyskuje się gdzieś jeszcze dzisiaj w strumieniach, rzekach i jeziorach umiarkowanej strefy klimatycznej, a zwłaszcza w (fig.6.3):

- Chinach (zwłaszcza dorzecze Zhu Jiang i Jangcy),
- Japonii (zwłaszcza jezioro Biwa),
- Tajlandii,
- Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej (rzeka Mississippi i jej dopływy),
- Kanadzie (Wielkie Jeziora),



- Szkocji,
- Irlandii,
- Anglii,
- Francji (rzeki Vogeów),
- Rosji,
- Niemczech,
- Czechach,
- Austrii,
- Polsce (rzeki Kwisa, Bóbr, Nysa Kłodzka, Nysa Łużycka).

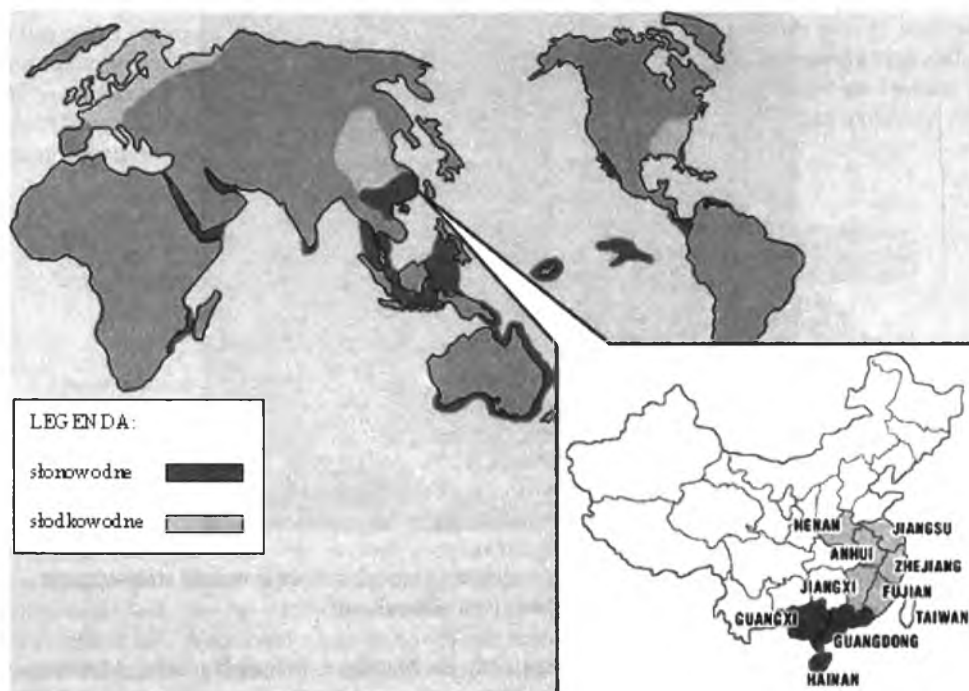


Fig. 6.3. Obszary występowania słodkowodnych (barwa różowa) i słonowodnych (barwa czerwona) mięczaków perłorodnych.

Warto jednocześnie uświadomić sobie, że niektóre egzemplarze naturalnych pereł słodkowodnych bywają zaliczane do najbardziej atrakcyjnych spośród znanych pereł. Mogą być także cenowo porównywalne z perłami słonowodnymi; często ich barwa jest bardziej biała, a połysk bardziej intensywny. Były bardzo wysoko cenione już w starożytnym Rzymie, zwłaszcza okazy nieskazitelnie białe i o wysokim połysku (tzw. *exaluminata*). Wyławiano je z europejskich rzek krajów podbitych przez rzymskie legiony. Jak się sądzi, jednym z ważnych celów podboju Wysp Brytyjskich było zdobycie dostępu do różowych słodkowodnych pereł nieporównywalnej piękności występujących w rzekach i strumieniach Szkocji. Forma słodkowodnych pereł naturalnych bywa bardzo różna. Mogą mieć kształty przypominające krzyż, serce, literę x, monetę, guzik, kartofel, pałeczkę, itp. Jest to przedmiotem kolekcjonerstwa. Pereł słodkowodnych, podobnie jak pereł słonowodnych, wykazują ogromne bogactwo barw. Wśród tych barw można spotkać niepospolite, np. takie jak jasnopomarańczowa, pomarańczowa, ciemnopomarańczowa, lawendowa, purpurowa,

fioletowa, niebieska, różowa i szara\*. Inną interesującą cechą pereł słodkowodnych jest to, że mogą być używane pojedynczo lub grupowo w kolorach alternatywnych, zwisając prosto lub skręcone dla lepszego efektu. Zróżnicowanie barw, względnie niska cena większości pereł słodkowodnych (z wyjątkiem pereł okrągłych) czyni je łatwo dostępnymi, przy jednocześnie niezliczonej ilości możliwych sposobów ich użytkowania.

**\* Uwaga!** Warto pamiętać, że naturalna perła słodkowodna może też być barwiona.

## 7. Cykl hodowlany

Hodowla perł prowadzona jest w tzw. farmach perłowych. Proces produkcji da się podzielić na kilka zasadniczych etapów. Są to:

- **pozyskanie materiału hodowlanego** czyli tzw. *kolektaż*; początkowo polegało to na zwyczajnym odławianiu młodych osobników przez nurków. Szybko zorientowano się jednak, że mniej kosztowne i bardziej efektywne jest zastosowanie tzw. *kolektorów*. Młode osobniki mięczaków perłorodnych w momencie przejścia do osiadłego trybu życia instynktownie poszukują schronienia. Wykorzystując to, na niewielkiej głębokości, zazwyczaj między 1,5 m a 3 m, umieszcza się linę długości kilkuset metrów (przeważnie 100-200 m) z przyczepionymi do niej kolektorami czyli snopami z włókna naturalnego lub syntetycznego zapewniającymi odpowiednie schronienie mięczakom. Kolektory umieszcza się w wodzie w okresach i miejscach masowego pojawiania się larw mięczaków perłorodnych. Odpowiada to okresom tzw. szoku termicznego, czyli porom znaczących zmian temperatury wody, np. u wybrzeży wysp polinezyjskich ma to miejsce każdego roku na przełomie kwietnia i maja oraz listopada i grudnia. W miarę rozrostu mięczaków, lina podtrzymująca kolektory opuszczana jest stopniowo coraz głębiej. Pod koniec tego etapu znajduje się ona przeważnie już na głębokości 15 m. Ostatnio podejmowane są także próby prowadzenia hodowli w pełnym cyklu rozwojowym mięczaka, poczynając już od etapu przedlarwalnego (fig. 7.1).

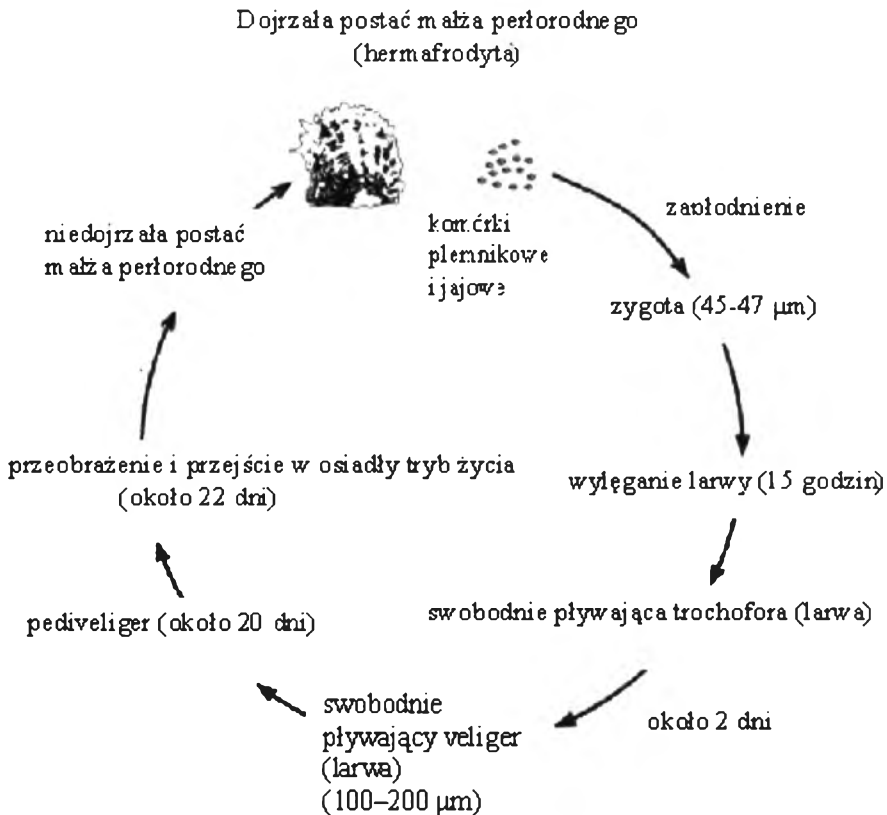


Fig. 7.1. Cykl rozwojowy małża perłorodnego



Fig. 7.2. Farma perłowa w Polinezji Francuskiej.

- **dorastanie**; po osiągnięciu przez mięczaki kilkucentymetrowej wielkości są one starannie selekcjonowane i czyszczone, bowiem w fazie kolektażu, w przygotowanych schronieniach lokują się różne gatunki mięczaków perłorodnych, także niepożądane. Sprawdza się także stan zdrowotny mięczaków przeznaczonych do dalszej hodowli. Następnie są sprzedawane farmom specjalizującym się w hodowli pereł (fig. 7.2). Zakupione mięczaki są aklimatyzowane przez około dwa lata. Umieszczone w specjalnych klatkach, podwieszone do mobilnych tratw, osiągają niezbędną dla dalszej hodowli wielkość. Co pewien czas, zwykle co dwa miesiące, są starannie przeglądane i oczyszczane z pasożytów (fig. 7.3).

- **wszczepianie sztucznych zarodków pereł**; po osiągnięciu przez mięczaki perłorodne pełni dojrzałości następuje ich kolejna staranna selekcja. W przypadku *Pinctada margaritifera* ma to miejsce w wieku około 3 lat. Jądra do wszczepienia, mające postać kuleczek o średnicy od około 1 mm do kilkunastu milimetrów, przygotowywane są zwykle z masy perłowej mięczaków słodkowodnych umiarkowanej strefy klimatycznej (USA – małże z rzeki



Fig. 7.3. Okresowy przegląd i czyszczenie małży perłorodnych na farmie perłowej.



Fig. 7.4. Sztuczne zarodki z masy perłowej słodkowodnych małży *Unio*.

Mississippi, Chiny – małże z rzeki Yang-Tse-Kiang, Japonia – małże *Pleurobema cordatum* lub *Fusconaia eburnus*). Jak stwierdzono, jest to materiał najlepiej tolerowany przez słonowodne małże perłorodne. Jednocześnie jest on biały i ma gęstość podobną do gęstości pereł naturalnych (fig. 7.4). Bardzo dużą wagę przywiązuje się do jakości powierzchni sztucznego zarodka; im jest bardziej gładka, tym większa szansa wyhodowania idealnie okrągłej perełki. Drugim składnikiem wszczepu jest fragment płaszczowej tkanki nabłonkowej mięczaka perłorodnego. Wycinany jest w postaci niewielkich, paromilimetrowych kwadracików z płaszcza żywego mięczaka na krótko, bo do 2 godzin przed jego implantacją (fig. 7.5). W procesie implantacji dba się o niemal chirurgiczną sterylność zabiegu. Liczba, wielkość i miejsce umieszczenia sztucznego jądra zależą od wieku małża oraz wielkości i rodzaju jądra przewidzianego do wszczepienia. Najdrobniejsze jądra można wszczepiać już osobnikom nie w pełni dojrzałym, np. jednorocznym lub dwuletnim. Jądra o średnicy większej od 7 mm wszczepiane są pojedynczo i poddaje się temu zabiegowi tylko osobniki w pełni dojrzałe (fig. 7.6). Po implantacji małże przechodzą kilkutygodniową kwarantannę (około 45 dni). Po tym okresie sprawdza się stan percepcji sztucznych jąder. Znaczna część zaszczepionych jąder może w tym okresie zostać wydalona, a niektóre z małży mogą nawet zginąć. Wielkość strat zależy w dużym stopniu od fachowości osoby dokonującej wszczepu. Do lat osiemdziesiątych dwudziestego wieku byli to przeważnie Japończycy; potem dołączyli do nich Chińczycy. Ich efektywność oceniana jest przeciętnie na około 65%; najlepsi osiągają jednak nawet 90%. Ostatecznej oceny jakości wszczepu dokonać można dopiero po zbiorze pereł. Rocznie wszczepianych jest obecnie około 200 - 220 mln. jąder.

- **formowanie się pereł**; to okres trwający od momentu wszczepienia sztucznego jądra do momentu wyłuskania z mięczaka wyhodowanych pereł. Proces powstawania pereł w organizmie mięczaka rozpoczyna się z chwilą pierwszego podziału wszczepionych komórek nabłonkowych. Rozrastając się, otaczają sztuczne jądro swoistą pochewką zwaną woreczkiem perłowym (fig. 7.7). Początek powłoki perłowej daje warstewka konchioliny. Potem zaczynają sukcesywnie odkładać się warstewki złożone ze spojonych konchioliny sześciobocznych płytek aragonitu. Tempo przyrostu masy perłowej zależy od wielu czynników środowiskowych, ale także od gatunku mięczaka. Przeważnie w skali roku wynosi ono od 0,1mm do 0,7 mm. Najważniejszymi czynnikami środowiskowymi są: dostępność tlenu, ilość i jakość pożywienia (patrz fig. 7.8), stopień skażenia wody różnymi toksynami oraz jej temperatura, np. większość słonowodnych małży perłorodnych przestaje odkładać

masę perłową, zapadając w tzw. sen zimowy przy spadku temperatury wody poniżej 12-14 stopni Celsjusza, a w temperaturze poniżej kilku stopni Celsjusza nawet całkowicie zamiera. Formowanie się pereł słonowodnych trwa zdecydowanie krócej niż pereł słodkowodnych



Fig. 7.5. Fragmenty płaszczowej tkanki nabłonkowej przygotowane do wszczepienia.



Fig. 7.6. Wszczepianie sztucznego zarodka małżowi *Pinctada margaritifera*.

Początkowo trwało to nawet trzy lub cztery lata; obecnie okres ten skrócono do 1,5 roku. W przypadku hodowli pereł słodkowodnych jest to okres kilkakrotnie dłuższy. Coraz częściej hodowcy sięgają też po biostymulatory przyrostu masy perłowej, czyli środki dopingujące mięczaki do zwiększenia tempa przyrostu masy perłowej, umożliwiające uzyskanie

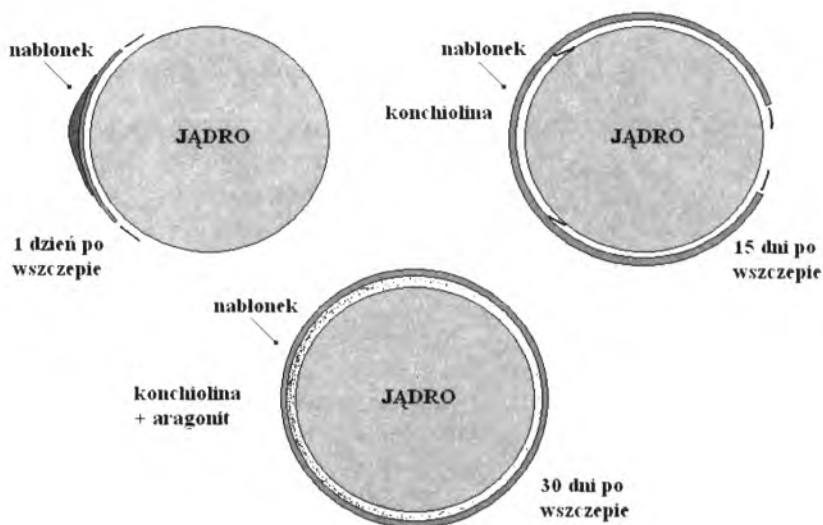


Fig. 7.7. Rozwój woreczka perłotwórczego w pierwszych dniach po dokonaniu wszczepu.



Fig. 7.8. Charakterystyka jakościowa i ilościowa pożywienia *Pinctada margaritifera* w lagunach Polinezji Francuskiej.

wymaganej minimalnej jej grubości w jeszcze krótszym czasie, bądź też większą jej grubości, a tym samym potencjalnie lepszą jakość w dotychczas stosowanym czasie hodowli (fig. 7.9). - **zbiór pereł**; dokonuje się go w okresach najchłodniejszych, gdy jakość wierzchniej warstwy masy perłowej jest najlepsza. Mimo zachowania dużej ostrożności przy wyjmowaniu pereł znaczna część małży perłorodnych nie przeżywa tej operacji; pozostałe przy życiu przeznaczone są do dalszej hodowli. Zazwyczaj polega to na wszczepieniu w miejsce wyjętej

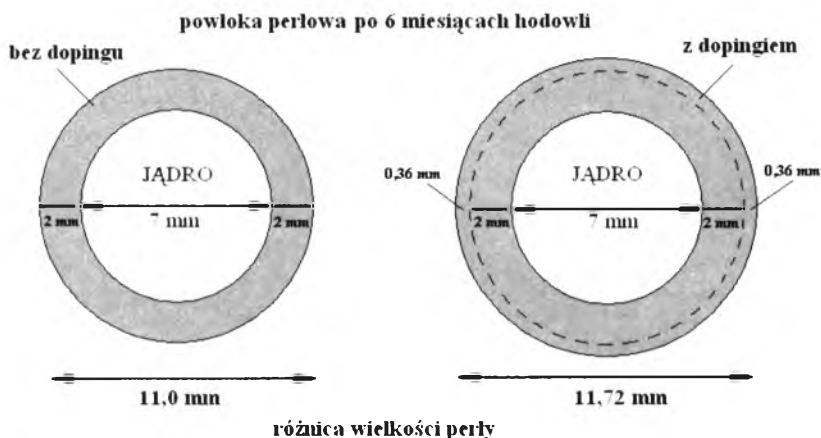


Fig. 7.9. Wielkość pereł hodowanych bez (po lewej) i z biostymulatorem przyrostu masy perłowej (po prawej).

perły nowego jądra, ale o większej już nieco średnicy. Najstarsze z nich bywają też przeznaczane do hodowli pereł typu *mabe*. Z muszli martwych małży perłorodnych produkowane są szlachetne odmiany nawozów mineralnych; pewna część stanowi surowiec do produkcji bardziej szlachetnych wyrobów, np. w przemyśle kosmetycznym, farmaceutycznym, jubilerskim. Pozyskane perły są czyszczone i wstępnie selekcjonowane na perły komercyjne i niekomercyjne. Najpopularniejszym sposobem czyszczenia pereł świeżo wyłuskanych z małży jest polerowanie ich mialką solą z niewielkim dodatkiem wody. Bilans hodowli z różnych regionów świata pokazuje, że z całej populacji implantowanych małży perłorodnych tylko od 40% do 60 % dożywa czasu zbiorów, około 30 % dostarcza pereł komercyjnych, których parametry wypełniają narzucone normami handlowymi wymogi jakościowe, a zaledwie 1-5 % to perły najwyższej jakości, czyli z implantowanych 100 sztucznych jąder należy oczekiwać po kilkunastu (słonowodne) lub kilkudziesięciu miesiącach hodowli (słodkowodne) najwyżej kilku pięknych pereł. W ogólnym bilansie uwzględnia się także straty wynikłe z przyczyn nieprzewidywalnych, np. gwałtowny huragan czy tajfun. Niektóre z tych zjawisk są podejrzewane ponadto o to, że są przyczyną obniżenia się jakości hodowanych pereł, np. przejście gwałtownego huraganu uznawane bywa za główną przyczynę zwiększonego udziału *perel keshi* w populacji pereł pozyskanych z farmy narażonej na jego działanie.

- **selekcja i klasyfikacja;** pozyskane perły są rozdzielane na grupy według kilku podstawowych kryteriów. Jednym z najważniejszych jest wielkość. Na tym etapie prac określa się ją metodą przesiewową przy pomocy zestawu sit, o skoku oczek 0,25 mm (fig.7.10). Innymi kryteriami branyymi w pierwszej kolejności przy rozdzieleniu świeżo pozyskanych pereł są: ich kształty, barwa i jakość powierzchni. Większość pereł sprzedaje się w postaci tzw. lotów czyli zestawów pereł reprezentujących podobną wielkość, kształt, barwę i jakość powłoki perłowej. Przewiercone, nanizane na nić, zebrane w odpowiednio oznakowane i opisane sznury, mogą sprawnie przechodzić z rąk do rąk (fig.7.11, tab. 7.1). W takiej postaci wygodnie jest dokonywać ich przeglądu i oceny podczas negocjacji między nabywcą i sprzedawcą. Tylko perły szczególnie duże, wyróżniające się barwą i kształtem są oferowane do sprzedaży indywidualnie i indywidualnie negocjowana jest ich cena. Dalsza





Fig. 7.10. Sortowanie pereł według wielkości przy pomocy zestawów sit.

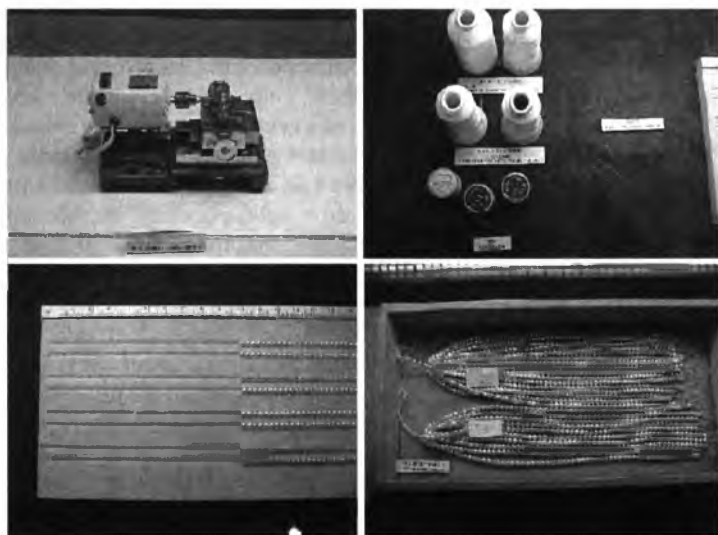


Fig. 7.11. Narzędzia, materiały i formy przygotowania pereł do obrotu hurtowego: wiertarka do pereł ( po lewej u góry), specjalne nici (nylon, tettron, jedwab) i igły służące do nawlekania sznurów (po prawej u góry, rynienka pomocna w nawlekaniu pereł w sznury, loty białych pereł kulistych o średnicy 7,5mm przygotowane do sprzedaży.

szczegółowa i precyzyjna selekcja i klasyfikacja lotów prowadzona jest już w wyspecjalizowanych hurtowniach, bądź u producentów określonych rodzajów wyrobów jubilerskich. Mogą zajmować się tym także niezależni pośrednicy, występujący na rynku samodzielnie, nie reprezentujący ani hodowców, ani przetwórców. Ich rola w kształtowaniu się obiektywnych cen jest nie do przecenienia.

Tab. 7.1. Najczęściej spotykane perły naturalne i hodowane wg typu i pochodzenia

Typ	Pochodzenie	Możliwe poprawianie
Perły <i>abalone</i>	(słonowodne) USA, Nowa Zelandia, Korea	Nie
Perły hodowane <i>abalone</i>	(słonowodne) Nowa Zelandia, USA	nie (możliwe nasycenie niebieską epoxy)
Perły hodowane <i>akoya</i>	(słonowodne) Japonia, Chiny	wybielenie/barwienie na niebiesko, czarno, żółto
Amerykańskie perły naturalne	(słodkowodne) USA	nie
Amerykańskie perły hodowane	(słodkowodne) USA (Tennessee)	nie
Perły <i>baja (abalone)</i>	(słonowodne) Baja (Kalifornia, USA)	nie
Perły hodowane <i>biwa</i>	(słodkowodne) jezioro Biwa, Japonia; perły o wyglądzie <i>perel biwa</i> produkowane są także w Chinach	nie - dla rzeczywistych <i>perel biwa</i> wybielenie/barwienie, połysk?
Chińskie perły hodowane	(słodkowodne) środkowe Chiny, bywają oferowane jako perły naturalne	wybielenie/biała, barwiona w egzotyczne barwy naświetlanie różowe/purpurowe i pomarańczowe
"Perły" <i>conchowe</i>	(słonowodne) Morze Karaibskie	nie
Perły <i>keshi</i>	(słodkowodne i słonowodne) Australia, Polinezja Francuska, Indonezja, Japonia, USA (Tennessee)	nie
Perły hodowane <i>mabe</i>	(głównie słonowodne) Australia, Chiny, Polinezja Francuska, Indonezja, Japonia	składane/ prefabrykowanie i wybielenie/ nasycanie barwnikiem/ powlekanie barwą/ epoxy
„Perły” <i>melo</i>	(słonowodne) Wietnam	nie
Meksykańskie perły hodowane	(słonowodne) Meksyk	nie
Perły wschodnie (orientalne)	(słonowodne) Zatoka Perska/ Środkowy Wschód	wybielenie przez światło słoneczne
Perły ziarnowe	(słodkowodne i słonowodne) wszystkie lokalizacje hodowli i połowu pereł	nie
Perły hodowane mórz południowych ( <i>South seas</i> )	(słonowodne) Australia, Indonezja, Filipiny	nie, barwione na złoto lub wybielane
Perły hodowane z Tahiti	(słonowodne) Tahiti i Polinezja Francuska	nie

## 8. Budowa perł hodowanych i obszary kultywacji

Powstanie perły hodowanej jest rezultatem zamierzonej, świadomej ingerencji człowieka w procesy życiowe mięczaka perłorodnego, zmierzającej do wywołania specyficznej, spontanicznej reakcji obronnej mięczaka, której głównym efektem jest wytworzenie perły. Zazwyczaj chodzi o neutralizację obcego ciała (irytanta), które zostało wprowadzone do wnętrza mięczaka i którego nie udało się mu wydalić w zwykły sposób. Wywołana reakcja obronna polega na izolacji intruza przez obudowanie go warstewkami masy perłowej (fig. 8.1). W rezultacie intruz staje się zarodkiem przyszłej perły – perły hodowanej. Jako obce ciała mogą być implantowane:

- różnej wielkości kule wytoczone z naturalnej masy perłowej, wszczepiane wraz z niewielkim fragmentem płaszczowej tkanki nabłonkowej; przy ich użyciu hodowane są tzw. perły jądrowe, zwane też perłami typu *akoya*; w ostatnich latach w niektórych typach produkcji zaczyna się sięgać po jądra tworzone z niskiej jakości, niezbyt udanych perł bezjądrowych i pseudojądrowych; perła taka po odpowiednim oszlifowaniu i wypolerowaniu powierzchni wszczepiana jest małżom w roli sztucznego zarodka; w tej roli bywają także stosowane perły mocno już zużyte; technologia ta ostatnio święci spory tryumf w hodowli okrągłych, słodkowodnych perł chińskich,
- różnej wielkości półkule wytoczone z naturalnej masy perłowej; przy ich użyciu hodowane są tzw. perły półjądrowe, zwane też *perłami mabe* lub po prostu *perłami łuskowymi*,
- fragmenty płaszczowej tkanki nabłonkowej; przy ich użyciu hodowane są tzw. perły bezjądrowe i pseudojądrowe zwane też *perłami keshi* oraz *perłami biwa*.

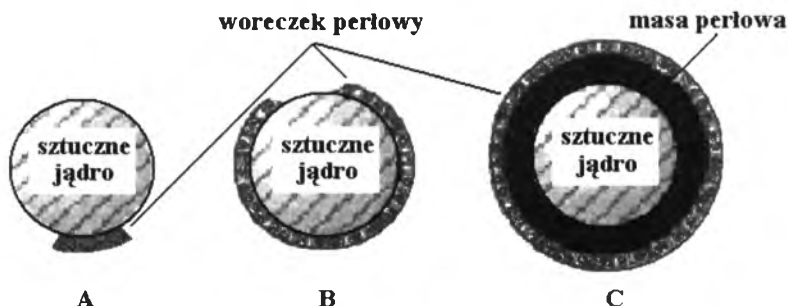


Fig. 8.1. Reakcja obronna małża polegająca na izolacji intruza warstewkami masy perłowej. Rozwój masy perłowej możliwy jest dzięki równoczesnemu wszczepowi sztucznego jądra i fragmentu płaszczowej tkanki nabłonkowej (A), z którego rozwija się po pewnym czasie tzw. woreczek perłowy (B, C).

Taki podział perł nie jest jeszcze zbyt rozpowszechniony. W obrocie handlowym nazwy te zastępowane są często terminami nawiązującymi do gatunku mięczaków, bądź miejsc ich najbardziej rozwiniętej hodowli. Stąd perły jądrowe bywają dość powszechnie nazywane po prostu *perłami akoya* z racji japońskiej nazwy małża *Pinctada fucata martensii*, zwanego po japońsku *akoya* i powszechnie używanego w azjatyckich hodowlach perł (nazwa *akoya* zarezerwowana była początkowo tylko dla okrągłych, jądrowych perł białych wytwarzanych w Japonii). Wraz z zapoczątkowaniem hodowli w innych miejscach globu nazwa *akoya* została uzupełniana przymiotnikami określającymi dokładniej ich pochodzenie, np. *akoya chińskie*, *akoya australijskie*, *akoya filipińskie*. Jednocześnie nazwa ta oderwała się od swego źródłosłowa i stała się po prostu synonimem białej okrągłej perły jądrowej. Podobnie wygląda sytuacja w stosowaniu terminów perła półjądrowa/perła łuskowa. Powszechnie stosuje się dla tego rodzaju perł określenie *perła mabe* uzupełnione czasem przez wskazanie miejsca jej kultywacji, np. *mabe z Meksyku*, *mabe z Tahiti*, *mabe z Nowej Zelandii*, *mabe z Indonezji*.

Nazwa *mabe* wywodzi się od japońskiej nazwy odmiany małża *Pinctada margaritifera* używanego do produkcji pereł półjądrowych. Współcześnie, w dokładniejszym nazewnictwie, termin *mabe* bywa czasem uzupełniany przymiotnikiem wskazującym na rodzaj mięczaka, przy pomocy którego perła została wyhodowana, np. *mabe abalone* albo po prostu *perła abalone* oznacza perłę półjądrową, powstałą w muszlach morskich ślimaków *Haliotis*, zwanych też *abalone*. Podobnie jest z nazwami perła bezjądrowa i perła pseudojądrowa. W powszechnym użyciu są ich synonimy: *keshi*, co po japońsku oznacza ziarnko maku i jest dobrym odzwierciedleniem wielkości i pokroju tego rodzaju pereł oraz *biwa*, oznaczający nazwę miejsca masowej kultywacji pierwszych tego rodzaju pereł; było nim jezioro *Biwa*, największe jezioro w Japonii.

### 8.1. Perły jądrowe

W ich budowie uczestniczą (fig. 8.2):

- **jądro**, będące kulką z masy perłowej o średnicy dobranej odpowiednio do wieku i gatunku małża perlorodnego. W doborze tym uwzględnienia się też ilość zamierzonych wszczepów; we wnętrzu małża perlorodnego może znaleźć się ich jednocześnie nawet kilkadziesiąt. Przeważnie implantuje się ich jednak mniej, zwykle od kilku do kilkunastu; jeśli mniejsze – więcej, jeśli większe – mniej. Największe jądra wszczepiane są pojedynczo, głównie małżom w pełni dojrzałym; często są to wówczas reimplantacje. Jądro szlifowane jest z masy perłowej małży słodkowodnych. Jest ona szczególnie dobrze tolerowana przez małże słonowodne. Nie bez znaczenia jest także jej barwa i gęstość względna; najlepiej jeśli jest podobna do masy perłowej innych małży perlorodnych. Ponieważ są to niewielkie fragmenty masy perłowej muszli tych mięczaków, to układ warstewek jest w nich prawie równoległy. Jądro może mieć wielkość od kilku (2-3 mm) do kilkunastu milimetrów (12-14 mm). Jakość jądra w dużym stopniu zależy od jakości jego powierzchni. Im jest ona równiejsza, lepiej wypolerowana, tym większa jest szansa na wyhodowanie doskonale okrągłej perły. Jako jądro bywają używane też wcześniej wyhodowane, gorszej jakości egzemplarze pereł. Polega to na oszlifowaniu w postać kulki gorszej jakościowo perły słodkowodnej i wszczepieniu jej do małża słodkowodnego. Dzięki ponownej implantacji perła zyskuje na wielkości, a często także na jakości kształtu i innych parametrach jakościowych, np. polepszenie lub znacząca zmiana barwy i/lub overtonu, poprawa połysku i/lub orientu, likwidacja i/lub znacząca korekta

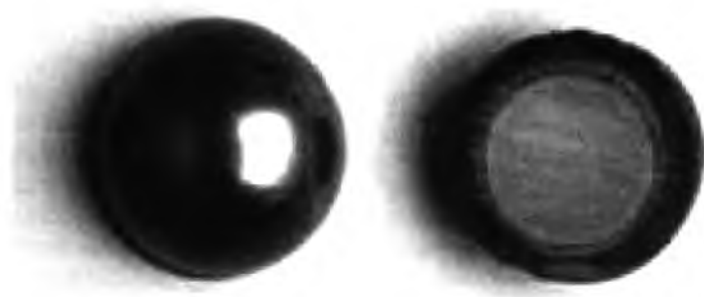


Fig. 8.2. Przekrój perły jądrowej; jasne wnętrze to wszczepione sztuczne jądro, ciemna powłoka to narośnięta powłoka perłowa, ciemna warstewka na granicy jądra i powłoki to warstewka konchiolinowa inicjująca wzrost powłoki perłowej.

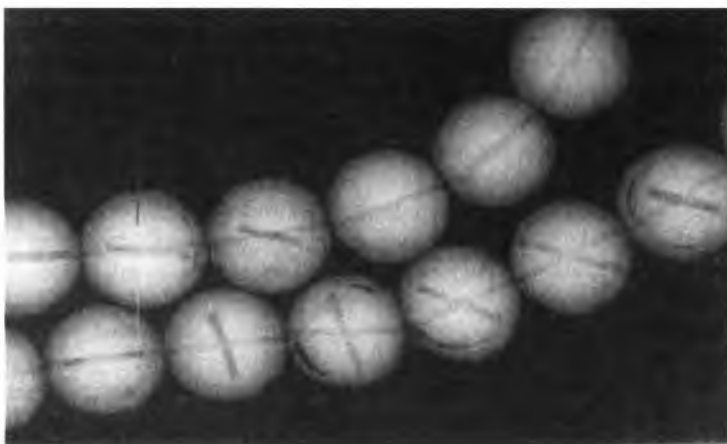


Fig. 8.3. Użytkowane niegdyś perły w roli sztucznych jąder. Zauważ widoczne na radiogramie otwory wywiercone w jądrach niektórych pereł wchodzących w skład naszyjnika.

defektów powierzchniowych. Jest to technika stosowana ostatnio do hodowli słodkowodnych pereł chińskich. Zdarza się, że w ten sposób są „odnawiane” i „waloryzowane” także perły już uprzednio użytkowane (porównaj fig. 8.3). Jako materiał służący do wytwarzania sztucznych zarodków bywają używane także skorupy małży słonowodnych. Zarodki tego rodzaju stosowane są już od dłuższego czasu w hodowli słodkowodnych pereł amerykańskich (w Tennesi),

- **powłoka perłowa**; to warstewki masy perłowej i konchioliny narośnięte na sztucznym jądrze. Najgrubsza warstewka konchioliny występuje na granicy sztucznego jądra i wyżej leżących warstewek masy perłowej (fig. 8.4). Grubość i charakterystyka wytworzonej powłoki perłowej zależą od wielu czynników środowiskowych, ale także od gatunku małża, którego jest wytworem. Przy zbyt cienkiej powłoce perłowej odpowiednio oświetlona perła ujawnia obecność sztucznego jądra. Toteż w dobrze pojętym interesie własnym organizacje zrzeszające producentów pereł narzucają perłom handlowym wymóg minimalnej grubości powłoki perłowej. Różnią się one nieco dla poszczególnych gatunków pereł, np. klasyfikowane *perły akoya Tahiti* mają wymaganą grubość powłoki perłowej nie mniejszą niż



Fig. 8.4. Główne składniki powłoki perłowej jądrowej perły hodowanej na przykładzie *akoya Tahiti*.

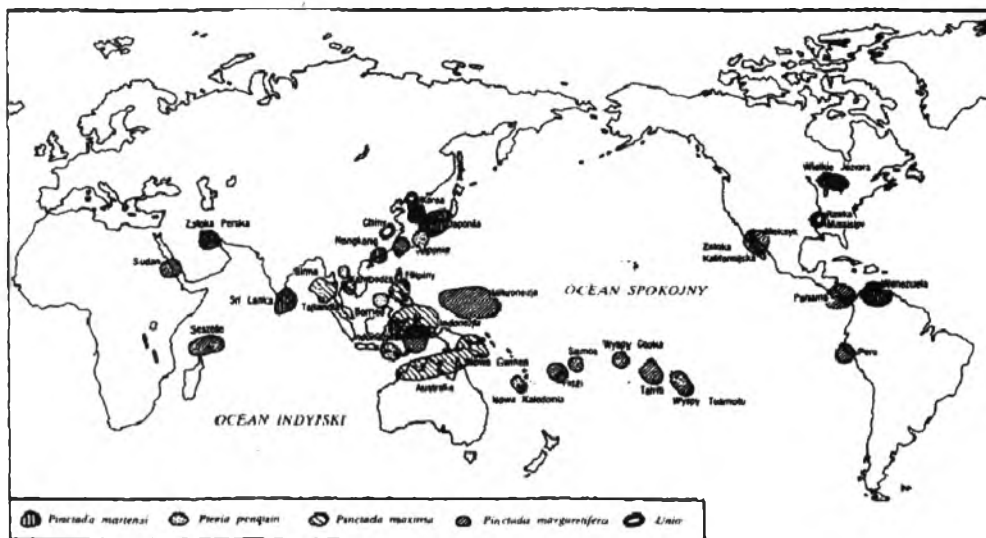


Fig. 8.5. Obszary hodowli pereł słono- i słodkowodnych.

0,25 mm, podczas gdy klasyfikowane *perły akoya japońskie* - 0,35 mm. Ostatnio coraz wyraźniej daje się słyszeć postulaty domagające się zaostrożenia tego kryterium, np. celem zapewnienia minimalnej grubości powłoki perłowej rzędu 0,5-0,6 mm.

Główne obszary hodowli pereł jądrowych zlokalizowane są u wybrzeży Japonii (zatoki Ago, Gahasko, Mie na wyspie Honsiu; zatoka Kagoshima na wyspie Kiusiu; zatoki wyspy Sikoku), wybrzeży Korei, Australii, Indonezji, Filipin, Nowej Gwinei, Polinezji, Sri Lanki, Honkongu, Wysp Hawajskich, Meksyku, Panamy, Wenezueli, Peru, Seszeli, Tajlandii, Birmy, Kambodży, a ostatnio także w Zatoce Perskiej i Morzu Czerwonym (fig. 8.5).

## 8.2. Pereł półjądrowe

Był to pierwszy hodowany przez człowieka rodzaj pereł. Od prób ich kultywacji zaczęli też wszyscy dziewiętnastowieczni eksperymetatorzy. Wzorowali się w tym na trzynastowiecznych osiągnięciach Chińczyków (np. powszechnie znane i cytowane perłowe postacie Buddy, hodowane zresztą po dzień dzisiejszy). Współczesne metody hodowli *perł mabe* niewiele różnią się od metod stosowanych kilka wieków temu. Implantowane półjądra lub  $\frac{3}{4}$  jądra, tak jak przed wiekami, przyklejane są do wewnętrznej powierzchni skorupy perłowej, szkła, porcelany, plastiku, drewna, itp. Ich kształt też bywa dość różny, np. półkula, owal, serce, kropła, krzyżyk. Przed wszczepieniem irytanta kontrolowana jest zazwyczaj barwa i jakość masy perłowej w miejscu wklejenia. Dokonuje się tego przy pomocy niewielkiego lusterka umocowanego na wysięgniku. Do wklejenia irytanta wybiera się obszary muszli o najbardziej atrakcyjnej masie perłowej. Istnieją także inne sposoby otrzymywania *perł mabe*. Na przykład w 1994 roku opatentowano sposób otrzymywania dużych *perł mabe* z wykorzystaniem słonowodnych ślimaków *Halotis (abalone)*, polegający na ich przewierceniu i wprowadzeniu w otrzymany w ten sposób otwór odpowiedniego irytanta (fig. 8.8). Proces tworzenia masy perłowej trwa przeważnie od kilku do kilkunastu miesięcy. *Mabe* o odpowiedniej grubości masy perłowej otrzymuje się zwykle



Fig. 8.6. *Perły mabe* przed wycięciem z muszli.

po 9-12 miesiącach hodowli. W tym czasie powłoka perłowa może osiągnąć nawet 3 mm grubości. Po uzyskaniu oczekiwanej grubości powłoki perłowej półperła wraz z centymetrowym kołnierzem jest odcinana od muszli i poddawana dalszej obróbce dla wytworzenia interesujących jubilersko pereł. Preparowanie polega na (fig. 8.9):

- usunięciu implantowanego wcześniej jądra (jeśli jest wykonane z materiału innego niż masa perłowa),
- zastąpieniu usuniętego jądra formą z masy perłowej; ewentualnie wolną przestrzeń wypełnia się woskiem, klejem bądź plastykiem; substancja wypełniająca bywa barwiona dla zintensyfikowania efektów optycznych, szczególnie połysku/overtonu,
- przyklejeniu do podstawy półperły płytki zamykającej, wykonanej z masy perłowej lub drugiej półperły dopasowanej pod względem barwy i wielkości.



Fig. 8.7. Używane narzędzia oraz rozmieszczenie półjader klejonych do górnej (z kropka) i dolnej (bez kropki) połówki muszli małży perłorodnych używanych do hodowli *perel mabe*.

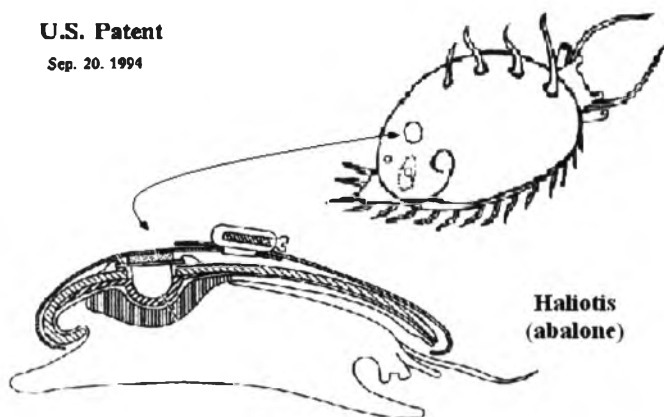


Fig. 8.8. Patent na otrzymywanie dużych pereł *mabe* przy pomocy słonowodnych ślimaków *Haliotis* (abalone).

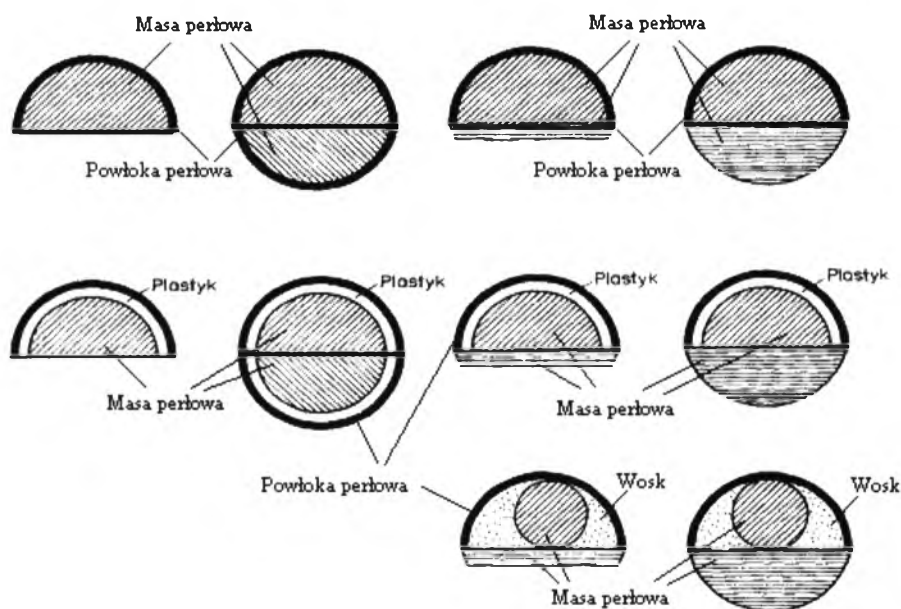


Fig. 8.9. Sposoby preparowania *perel mabe*.

*Pery mabe* hodowane są w wielu rejonach, zarówno w wodach słodkich jak i słonych. Najpiękniejszych i największych pereł tego rodzaju dostarczają ślimaki, zwłaszcza *Haliotis* (*Abalone*). Największe hodowle takich pereł rozlokowane są u wybrzeży Nowej Zelandii, Australii, Meksyku, Stanów Zjednoczonych, Kanady. Pereł tego rodzaju hodowane są także w oparciu o małże. Najbardziej interesujące produkty tego typu powstają na farmach perłowych rozlokowanych u wybrzeży Polinezji, Indonezji, Filipin i Meksyku.



### 8.3. Perły bezjądrowe

Początkowo powstanie perły bezjądrowej było dziełem przypadku; nieprzewidywalną pochodną niezbyt udanej implantacji sztucznych jąder wraz ze skrawkiem tkanki nabłonkowej płaszcza małża perlorodnego (fig. 8.10). Do takich sytuacji mogło dochodzić wskutek:

- samoistnego przemieszczenia i oddzielenia się sztucznego jądra od fragmentu tkanki płaszczowej wytwarzającej masę perłową,
- odrzucenia sztucznego jądra w wyniku szoku poimplantacyjnego wywołanego np. umieszczeniem wszczepu w niewłaściwym miejscu ciała mięczaka perlorodnego lub użyciem zbyt dużego jądra,
- uszkodzenia warstwy nabłonkowej płaszcza przez niezbyt uważne manipulowanie narzędziami do implantacji.

Dzisiaj szczerpi się czasem z premedytacją fragmenty nabłonka płaszczowego bez sztucznego jądra, by otrzymać perły typu *keshi*, stosowane dość powszechnie w niektórych typach tanich wyrobów jubilerskich, bądź też by wykorzystać je w ponawianych wszczepach jako stosunkowo dobrze tolerowane jądra. W wyniku wielokrotnie powtarzanych wszczepów można otrzymać duże, wysokiej jakości perły o budowie bardzo podobnej do budowy pereł naturalnych. Perły takie bywają czasem określane mianem „słonowodnych pereł hodowanych o jądrze tkankowym”.

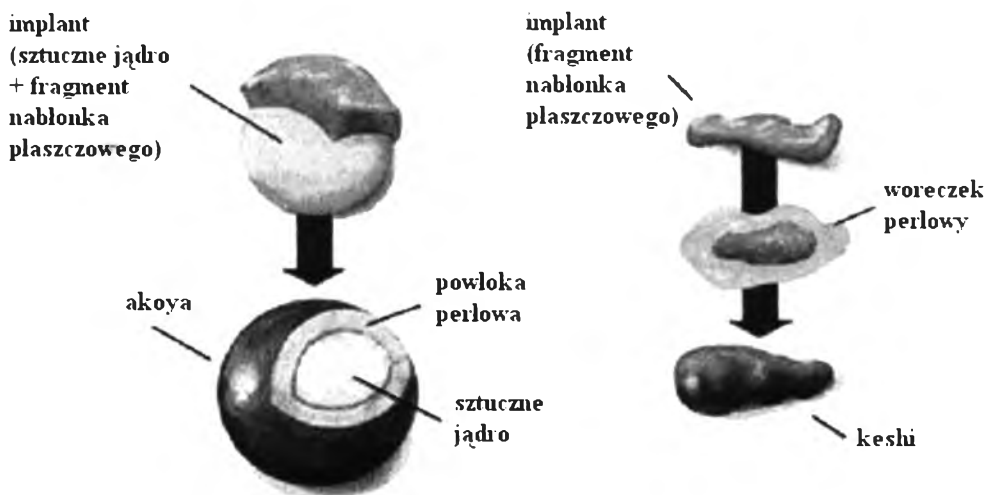


Fig. 8.10. Porównanie genezy pereł akoya i keshi.

Nazwa pereł bezjądrowych bywa wzbogacana o nazwę mięczaka lub miejsca ich hodowli, np. nazwa *akoya-keshi* oznacza perły bezjądrowe wytwarzane przez małża *Pinctada fucata martensi* zwanego w Japonii *Akoya*, a nazwa *southsee-keshi* oznacza perły wytwarzane przez małże *Pinctada maxima* i *Pinctada margaritifera* żyjące w akwenach mórz południowych. Podobnie jak nazwa zróżnicowane bywają też cechy pereł bezjądrowych pochodzących z różnych akwenów, np. ich wielkość waha się od kilku do kilkudziesięciu milimetrów (*akoya-keshi* - od 2mm do 4 mm, *southsee-keshi* - od 2 do 25 mm), a barwa bywa biała (*akoya-keshi*) do czarnej (*southsee-keshi*). Do wspólnych cech pereł bezjądrowych należą natomiast: nieregularne, barokowe, czasem spłaszczone kształty, powierzchnia z licznymi zagłębieniami i zmarszczkami oraz duże różnice nasycenia barwą poszczególnych

fragmentów powierzchni perły. Ich połysk zróżnicowany bywa w szerokim zakresie od słabego do silnego.

Perły pseudojądrowe są wytworem małej słodkowodnych. Niepowodzenia w hodowli perł słodkowodnych metodą wszczepiania jąder skłoniły do zastosowania nowej techniki ich kultywacji. W miejsce wszczepu, składającego się ze sztucznego jądra i fragmentu nabłonka płaszczowego, zastosowano świadomie implant składający się z tylko z fragmentu nabłonka płaszczowego czyli tzw. pseudojadra. Przez kolejno ponawianie wszczepu tego samego implantu (który w kolejnych fazach jest coraz to większą i coraz to bardziej okrągłą perłą) udaje się uzyskać bardzo duże perły o kształcie zbliżonym nawet do idealnie kulistego.

Różnica między perłą bejjądrowa i pseudojądrową sprowadza się w istocie do tego, że perła bejjądrowa jest w gruncie rzeczy dziełem określonego zbiegu okoliczności, przeważnie produktem niezbyt chcianym, ubocznym w produkcji perł jądrowych (fig. 8.10), podczas gdy perła pseudojądrowa powstaje wskutek planowego, zamierzonego działania hodowcy, a tak się dzieje w przypadku kultywacji perł słodkowodnych. W związku z tym perły bejjądrowe hodowane są w tych samych akwenach, w których odbywa się hodowla słonowodnych perł jądrowych (tab. 8.1). Perły pseudojądrowe kultywowane są natomiast w akwenach słodkowodnych, głównie w Chinach, np. rzeka *Jangcy* i jej liczne dopływy, w Japonii, np. jezioro *Kasumiga* (produkcja z jeziora *Biwa* bardzo podupadła z uwagi na silne zanieczyszczenie środowiska), w Korei Południowej, w krajach Azji południowo-wschodniej, np. Wietnam, Tajlandia, Birma, w Ameryce Północnej, np. USA, Kanada, w Europie, np. Irlandia, Francja, Szkocja.

Tab. 8.1. Obszary hodowli perł, ich barwy i gatunki mięczaków wykorzystywane do tego celu.

**Australia**  
**Slonowodne**

**New South Wales**

*Pinctada maxima* (białowargowy perłopław, złotowargowy perłopław)

Perły barwy białej, kremowej, srebrnej i złotej.

**Northern Territory—Darwin**

*Pinctada maxima*

Perły barwy kremowej, srebrnej i złotej.

**Queensland—Cairns**

*Pinctada maxima*

Perły barwy białej, kremowej, srebrnej i złotej.

**Queensland—Cooktown**

*Pinctada maxima*

Perły barwy białej, kremowej, srebrnej i złotej.

**Queensland— wyspa Thursday**

*Pinctada maxima*

Perły barwy białej, kremowej, srebrnej i złotej.

**Torres Strait**

*Pinctada maxima*

Perły barwy białej, kremowej, srebrnej i złotej.

**Zachodnia Australia—Broome**

*Pinctada maxima*

Perły barwy białej, kremowej, srebrnej i złotej.

**Zachodnia Australia — półwysep Burrup**

*Pinctada maxima*

Perły barwy białej, kremowej, srebrnej i złotej.

**Zachodnia Australia** — zatoka Cygnet, przylądek DeepWater, zatoka Talbot, Willie Creek

*Pinctada maxima*,

Perły barwy białej, kremowej, srebrnej i złotej.

**Western Australia**—zatoka Exmouth, cieśnina King, zatka Kuri, wyspa Montebello, zatoka Pender, zatoka Roebuck

*Pinctada maxima*,

Perły barwy białej, kremowej, srebrnej i złotej.

**Zachodnia Australia**— zatoka Shark

*Pinctada albino*, odmiana Arafura

Perły barwy białej, kremowej, srebrnej i złotej.

## **Kanada**

### ***Ślonowodne***

**British Columbia**— stacja morska Baumfield, Burnaby

morskie Abalone: *Haliotis kamtschatkana*

Perły zielone do niebieskich, purpurowe, czerwone

## **Chiny**

### ***Śłodkowodne***

**Anhui, Jiangxi, Hubei**

*Cristaria plicata* (rzeczna muszla, pomarszczona muszla); perły białe, kremowe, żółte, pomarańczowe, różowe,

*Hyriopsis cumingi* (trójkątna muszla); perły purpurowe i zielone,

**Guangdong—Chenghai, Nan Ao, Shantou**

*Hyriopsis cumingi*; perły białe, kremowe, żółte, pomarańczowe, różowe, purpurowe, zielone

**Guangxi**

*Hyriopsis cumingi*, *Hyriopsis schlegi* (także małż perłorodny jeziora Biwa); perły białe, kremowe, żółte, pomarańczowe, różowe, purpurowe, zielone.

**Jiangsu—Changzhou**

*Hyriopsis cumingi*; perły białe, kremowe, żółte, pomarańczowe, różowe, purpurowe, zielone

**Jiangsu—jezioro Taihu i okolice**

*Hyriopsis cumingi*; perły białe, kremowe, żółte, pomarańczowe, różowe, purpurowe, zielone

**Zhejiang—Shaoxing, Zhuji**

*Hyriopsis cumingi*, *Hyriopsis schlegi* (także małż perłorodny jeziora Biwa); perły białe, kremowe, żółte, pomarańczowe, różowe, purpurowe, zielone

### ***Ślonowodne***

**Guangdong—Chenghai**

*Pinctada fucata* (Chinese Akoya oyster) White, "cream," yellow, pink, blue Chinese Akoya industry... (1999)

**Guangdong— wyspa Hainan**

*Pinctada fucata*; perły białe, kremowe, żółte, różowe, niebieskie,

**Guangxi—Beihai**

*Pinctada fucata*; perły białe, kremowe, żółte, różowe, niebieskie,

**Guangxi—Hepu**

*Pinctada maxima*; perły białe i kremowe

## **Wyspy Cooka**

### *ślonowodne*

*Pinctada maculate*; perły czarne, szare, niebieskie do zielonych

*Pinctada margaritifera*, odmiana *cumingi* (czarnowargowy perłopław) perły czarne, szare, niebieskie do zielonych

*Pinctada maxima*; perły białe, kremowe, srebrne, złote.

## **Polinezja Francuska**

### *ślonowodne*

#### **Anuanuraro**

*Pinctada margaritifera*, odmiana *cumingi*; perły czarne, szare, brązowe, niebieskie do zielonych, purpurowe i żółtawozielone,

#### **Wyspy Gambier —Mangareva**

*Pinctada margaritifera*, odmiana *cumingi* ; perły czarne, szare, brązowe, niebieskie do zielonych, purpurowe i żółtawozielone,

#### **Wyspy Towarzystwa —Raiatea, Tahaa**

*Pinctada margaritifera*, odmiana *cumingi* ; perły czarne, szare, brązowe, niebieskie do zielonych, purpurowe i żółtawozielone,

#### **Archipelag Tuamotu —Ahe**

*Pinctada margaritifera*, odmiana *cumingi* ; perły czarne, szare, brązowe, niebieskie do zielonych, purpurowe i żółtawozielone,

#### **Archipelag Tuamotu—Aratika**

*Pinctada margaritifera*, odmiana *cumingi* ; perły czarne, szare, brązowe, niebieskie do zielonych, purpurowe i żółtawozielone,

#### **Archipelag Tuamotu —Aptaki, Arutua, Faaite, Fakarawa, Kauehi, Makemo, Nego Nego, Rangiroa**

*Pinctada margaritifera*, odmiana *cumingi*; perły czarne, szare, brązowe, niebieskie do zielonych, purpurowe i żółtawozielone,

#### **Archipelag Tuamotu —Hikuera, Takapoto, Takaroa, Takume**

*Pinctada margaritifera*, odmiana *cumingi*; perły czarne, szare, brązowe, niebieskie do zielonych, purpurowe i żółtawozielone,

#### **Archipelag Tuamotu—Kaukura, South Marutea**

*Pinctada margaritifera*, odmiana *cumingi*; perły czarne, szare, brązowe, niebieskie do zielonych, purpurowe i żółtawozielone,

#### **Archipelag Tuamotu —Manihia**

*Pinctada margaritifera*, odmiana *cumingi*; perły czarne, szare, brązowe, niebieskie do zielonych, purpurowe i żółtawozielone,

## **Indonezja**

### *Ślonowodne*

#### **Flores**

*Pinctada maxima*; perły złote, białe, kremowe, srebrne

#### **Irian Jaya—Sorong, Wageo**

*Pinctada maxima*; perły złote, białe, kremowe, srebrne

#### **Maluku—Aru, Ceram**

*Pinctada maxima*; perły złote, białe, kremowe, srebrne

#### **Maluku—Bacan, Dobo, Halmahera, Tanimbar, Tual**

*Pinctada maxima* ; perły złote, białe, kremowe, srebrne

**Nusa Tenggara Barat—Gili Air***Pinctada maxim*; perły złote, białe, kremowe, srebrne**Sulawesi—Banggai, Togian***Pinctada maxim*; perły złote, białe, kremowe, srebrne**Sumatra—Lampung***Pinctada maxima*; perły złote, białe, kremowe, srebrne**Sumbawa***Pinctada maxima*; perły złote, białe, kremowe, srebrne**Timor—Kupang***Pinctada maxima*; perły złote, białe, kremowe, srebrne**Japonia**  
*Ślolkowodne***Jezioro Biwa***Hyriopsis schlegeli*; perły białe, kremowe, różowe, srebrne, brunatne, pomarańczowe, szare, niebieskie**Jezioro Kasumiga***Hyriopsis cumingi*—*Hyriopsis schlegeli* (hybryda); perły białe, kremowe, lawendowe, różowe.*Ślonowodne***Obszar bliżej nieokreślony**Abalone: *Haliotis*; perły niebieskozielone**Ehime—Uwajima***Pinctada fucata martensii*; perły białe, kremowe, żółte, szare, niebieskie**Kagoshima; Kumamoto***Pinctada fucata martensii*; perły białe, kremowe, żółte, szare, niebieskie**Mie—Ago, Kashikojima, Toba***Pinctada fucata martensii*; perły białe, kremowe, żółte, szare, niebieskie**Mie—Ise***Pinctada fucata martensii*; perły białe, kremowe, żółte, szare, niebieskie**Nagasaki—Goto Shisushima***Pinctada fucata martensii*; perły białe, kremowe, żółte, szare, niebieskie**Nansei Shoto—Amamioshima, Ishigakishima, Okinawa***Pinctada margaritifera*; perły czarne, szare, brunatne, zielone do niebieskich, purpurowe, żółtawozielone, białe,Nansei Shoto—Amamioshima *Pinctada maxima* White, “cream,” “golden,” “silver” A. Muller (pers. comm., 2000)**Meksyk**  
*Ślonowodne***Zatoka Kalifornijska***Pteria sterna* (odmiana zachodnia); perły czarne, szare, srebrne, niebieskie do zielonych**Zatoka Kalifornijska — La Paz***Pinctada mazatlanica* (odmiana panamska); perły czarne, szare, srebrne, niebieskie do zielonych**Guyamas***Pinctada mazatlanica*; perły czarne, szare, srebrne, niebieskie do zielonych

<p><b>Birma (Myanmar)</b>  <b>Ślonywodne</b>  <i>Pinctada maxima</i>; perły złote, białe, kremowe, srebrne</p>
<p><b>Nowa Zelandia</b>  <b>Ślonywodne</b>  <b>Wyspa Stewart</b>  Abalone: <i>Haliotis iris</i> (Paua, iryzujący lub tęczyowy abalone); perły zielone do niebieskich, purpurowe, czerwone</p>
<p><b>Ameryka Północna</b>  <b>Ślonywodne</b>  <b>Pacific Coast</b>  Abalone: <i>Haliotis rufescens</i> (czerwony abalone), <i>Haliotis fulgens</i> (Green abalone); perły zielone do niebieskich, purpurowe, czerwone.</p>
<p><b>Stany Zjednoczone Ameryki Północnej</b>  <b>Ślodykodywodne</b>  <b>Tennessee</b>— jeziora w Kentucky, rzeki w Tennessee  <i>Megalonaias nervosa</i>; perły białe, szare, srebrne, różowe  <b>Texas: San Angelo</b>  <i>Megalonaias nervosa</i>; perły białe, szare, srebrne, z różowym lub niebieskim owertonem  <b>Ślonywodne</b>  <b>Hawaje</b>  <i>Pinctada margaritifera</i>; perły czarne, szare, srebrne, niebieskie do zielonych</p>
<p><b>Filipiny</b>  <b>Ślonywodne</b>  <b>Mindanao—Davao, Zamboanga</b>  <i>Pinctada maxima</i>; perły złote, białe, kremowe  <b>Palawan; Surigao Strait</b>  <i>Pinctada maxima</i>; perły złote, białe, kremowe  <b>Visayan Islands—Bohol, Cebu, Panay</b>  <i>Pinctada maxima</i>; perły złote, białe, kremowe</p>
<p><b>Afryka Południowa</b>  <b>Ślonywodne</b>  Abalone: <i>Haliotis</i> Green to blue, purple, red Fankboner (1995)</p>
<p><b>Wietnam</b>  <b>Ślodykodywodne</b>  <b>Ho Tay</b>  <i>Cristaria plicata</i>; perły białe, kremowe, różowe    <b>Ślonywodne</b>  <i>Pinctada fucata</i>; perły białe, kremowe, żółte, różowe</p>

Początkowo, tj. do około połowy XX wieku w hodowli pereł dominowali Japończycy, z Mikimoto na czele. W tym czasie firma Mikimoto z 12 milionami małży stanowiła 75% światowego potencjału hodowli pereł. Już w latach sześćdziesiątych dwudziestego wieku zaczyna się obserwować dywersyfikację centrów produkcji pereł; dotyczyło to poszerzenia liczby dużych producentów pereł w Japonii, jak i pojawienia się nowych prężnych ośrodków hodowli pereł w świecie, np. Australia, Tahiti, Chiny. Mechanizm narastania masy perłowej jest taki sam w perłach słodkowodnych i słonowodnych, ale w przypadku sferycznych pereł hodowanych była jedna zasadnicza różnica. Hodowana perła słonowodna powstaje w wyniku wszczepienia nabłonka płaszczowego wraz z sztucznym jądrem, podczas gdy hodowana perła słodkowodna zaczyna wzrastać tylko od wszczepu niewielkiego skrawka nabłonka płaszczowego. Jedynym wyjątkiem były amerykańskie hodowle słodkowodne, w których małżom wszczepiane są sztuczne jądra wykonane z masy perłowej małży słonowodnych. Ostatnio jednak również i małże słodkowodne światowych potentatów w tej produkcji mają wszczepiane sztuczne jądra, np. w słodkowodnych hodowlach chińskich; są to jednak jądra wykonane z nieudanych egzemplarzy, oszlifowanych pereł bezjądrowych.

Chociaż podstawowa charakterystyka pereł jest wspólna dla wszystkich, niezależnie od miejsc ich połowu czy kultywacji, to każdy producent, kraj czy region produkuje perły różniące się od innych nieco barwą, połyskiem, orientem, wielkością, formą, charakterystyką powierzchni i powłoki perłowej. Jednak niezależnie od pochodzenia pereł, warto zawsze pamiętać, że zarówno piękne jak i kiepskie perły mogą być wyhodowane w każdym miejscu świata przez każdego producenta.

A oto przegląd najważniejszych miejsc i regionów hodowli pereł słono- i słodkowodnych:

- **Australia** – jest największym w świecie producentem białych *perel south sea* tj. opartych na wykorzystaniu małża *Pinctada maxima*; ich jakość porównywalna jest z jakością białych pereł birmańskich, uznawanych za najpiękniejsze wśród tej kategorii pereł. Szlachetna australijska biała perła uznawana jest przez ekspertów za „królową” rynku pereł hodowanych. Również wysoko cenione są australijskie *keshi*, choć w ostatnich latach coraz mniej dostępne na rynku. Połysk i orient pereł australijskich jest bogaty, subtelny, satynowy, bardziej łagodny niż to się widzi u japońskich *akoya*. Najbardziej udane egzemplarze mogą osiągać „jedwabisty” połysk najlepszych pereł birmańskich. Powłokę perłową mają grubą, sięgającą nawet 2-3 mm. Jest to wynik długotrwałej hodowli. Czasem trwa ona nawet ponad trzy lata. Pozwala to oczekiwać dużej trwałości tych pereł. Ich jasna barwa mieści się głównie w rodzinie białych z różowym lub różowo-niebieskawym orientem. Znacznie rzadszy jest orient srebrny. Wysoko cenione są perły kremowe z różowym orientem. Zdarzają się również perły pochodzące z tego rejonu o barwach fantastycznych, np. o barwie niebieskiej, zielonej, złotej czy czarnej. Do zupełnej rzadkości należą perły, których powierzchnia jest bez skazy. Jest to pochodna dłuższego czasu kultywacji w łonie małża perlorodnego. Generalnie niewielkie defekty powierzchni są bardziej tolerowane w australijskich perłach niż ma to miejsce w krócej hodowanych perłach japońskich czy chińskich. Wysokiej jakości australijskie perły okrągłe są dość rzadkie. Częściej spotkać można formy barokowe, zarówno symetryczne jak i asymetryczne. Ich wielkość mieści się przeważnie w przedziale od 10-20 mm średnicy. Poprawianie wyglądu tych pereł jest stosowane rutynowo, choć ograniczone do metod powszechnie akceptowanych na rynku i stosowane z dużym umiarem. Są informacje mówiące o przypadkach stosowaniu barwienia, aczkolwiek sporadyczne. Wynika to zapewne z ostrych norm ustanowionych i konsekwentnie przestrzeganych przez australijskich producentów pereł. Konsekwentne stosowanie restrykcji wobec barwienia i obróbki chemicznej zniechęca skutecznie do ich nadużywania.

- **Chiny** – są obecnie największym producentem pereł słodkowodnych i słonowodnych. Jest to kraj wielkich możliwości i kontrastów zarazem. Podobnie jest z perłami. Wysokiej jakości chińskie perły dostępne są w szerokiej gamie barw i form. Przyciągają konkurencyjną ceną. Ale równie obficie reprezentowane są perły niskiej jakości. Generalnie jakość chińskich pereł jest bardzo zróżnicowana i dokonywanie porównań z podobnymi perłami produkowanymi przez inne kraje czy regiony może być bardzo zawodna, np. z perłami japońskimi. Większość chińskich pereł jest rutynowo czyszczona, wybielana i barwiona.

*Słonowodne chińskie perły* produkowane są w dwu zasadniczych odmianach. Są to:

- tzw. *chińskie akoya*, mają przeważnie wielkość poniżej 6,0 mm; ich jakość jest silnie zróżnicowana; generalnie jest jednak niższa od najlepszych *japońskich akoya*
- *chińskie south sea*, mają przeważnie wielkość powyżej 10,0 mm; ich jakość jest zazwyczaj niższa od jakości analogicznych pereł produkowanych w innych krajach.

*Słodkowodne perły chińskie*. W tej grupie mieszczą się tzw. „perły ryżowe”, drobne o podłużnej formie i pomarszczonej powierzchni oraz większe, bardziej gładkie i płaskie. Najgładsze, o najlepszym wyglądzie są porównywane z japońskimi perłami słodkowodnymi z jeziora Biwa, lecz w większości nie dorównują im jednak formą, połyskiem i jakością powierzchni, choć trzeba przyznać, że w ostatnich latach nastąpiły i tym zakresie poważne korzystne zmiany

Zupełnie inna sytuacja ma miejsce w odniesieniu do tzw. *perł patato* (kartofel). Jest to w chwili obecnej najlepsza jakościowo masowo hodowana chińska perła. Stanowi ją nowa odmiana słodkowodnych pereł jądrowych; są to perły sferyczne w całości utworzone przez powłoki masy perłowej; formą przypominają kartofel (*patato* - stąd ich popularna nazwa). Hodowane są w szerokiej gamie barw, od białej po ciemno pastelowe. Szczegóły tej produkcji nie są znane, lecz wiadomo, że chodzi o użycie okrągłego implantu wykonanego z nieudanego egzemplarza pereł słodkowodnej, np. przez oszlifowanie niehandlowych egzemplarzy *perł ryżowych*. Jakkolwiek by nie było, są to perły, które z powodzeniem mogą rywalizować z perłami naturalnymi. Są tańsze od innych pereł sferycznych i skutecznie rywalizują z innymi perłami sferycznymi. Ich wadą jest jednak ich wielkość, która rzadko przekracza 6,0 mm.

Chińskie perły słodkowodne są dostępne w każdej barwie, każdej wielkości i każdej formie, wliczając w to baton, krzyż, skrzydło, a także w każdej jakości. Istnieje wśród nich wielka rozpiętość jakości, toteż powinny być oceniane bardzo starannie. Należy szczególną uwagę zwracać na połysk, jakość powierzchni i formę. Wiele tego typu pereł, zwłaszcza o fantazyjnej barwie zawdzięcza ją barwieniu; bywają też poddawane wielu innym ekstensywnym i intensywnym procedurom traktowania.

- **Wyspy Cooka** – podobnie jak inne wyspy Polinezji Francuskiej produkują perły ciemne („czarne”); jednak ich jakość i barwa są wyróżniające. Najbardziej cenione są perły o barwie różowoliliowej do oberżynowej. Są mniej błyszczące od pereł japońskich; stłumione i aksamitne w wyglądzie (mają słabszy połysk i orient w porównaniu z tahitańskimi „czarnymi” perłami). Mają powłokę perłową bardzo grubą, porównywalną z powłoką hodowanych *perł south sea* (2-3 mm). Mogą mieć barwę srebrzysto-szarą do czarnej z overtonem typowym dla innych regionów Polinezji Francuskiej. Jednak większość jest brunatnawa lub ciemnoszarobrązowa z silnym różowym overtonem. Barwa ta jest opisywana jako oberżynowa, liliowa, różowoliliowa, mętnie różowa. Barwa pereł polinezyjskich w dużym stopniu zależy od warunków panujących w lokalnym środowisku. Na Wyspach Cooka hodowla jest prowadzona w dwu lagunach. Stąd owa wyróżniająca dość jednolita barwa, odmienna niż u pereł z innych wysp Polinezji. Z uwagi na gorszą formę, jakość powierzchni i połysku perły te są oceniane niżej od pereł tahitańskich. Wielkość ich rzadko jest mniejsza od 8 mm, choć przeciętnie są zwykle nieco mniejsze od pereł tahitańskich. Perły te są



przeważnie niepoprawialne; podobnie jak inne perły są rutynowo czyszczone po wyjęciu z wnętrza małża.

- **Indonezja i Filipiny** - są znane i cenione przede wszystkim z produkcji pereł barwy kremowej, żółtej i złotej. Przez lata preferowane były wprawdzie w handlu światowym perły barwy białej, jednak ostatnio sporo w tym względzie się zmieniło. Wynika to zapewne z większej świadomości nabywców. Jednak nadal na Filipinach i w Indonezji produkowane są także jeszcze pewne ilości pereł białych; nie różnią się one jakością od innych pereł typu *south sea* (patrz Australia), a ich wielkość oscyluje w okolicy 10-11 mm. Ponadto coraz szerzej jest ostatnio stosowany w hodowli żółtowargowy małż wytwarzający perły barwy intensywnie złotej. Ich jakość jest podobna do innych pereł typu *south sea* (delikatny, miękki połysk, dobry orient, powłoka perłowa grubsza od powłoki chińskich i japońskich pereł hodowanych, szeroka gama form i jakości powierzchni). Również ich wielkość jest podobna do większości pereł *south sea* (odmienne pod tym względem są złote perły indonezyjskie, których wielkość jest podobna do wielkości największych *japońskich akoya*). Wiele z nich ma postać pereł  $\frac{3}{4}$ ; dzięki sugestywnej oprawie bywają czasem oszukańczo oferowane jako perły okrągłe. Wysokiej jakości hodowane perły barwy intensywnie złotej osiągają obecnie na rynkach światowych lepsze ceny niż perły białe.

- **Japonia** – uznana jest powszechnie za ojczyznę pereł hodowanej. Sztandarowym produktem japońskim jest nadal perła słonowodna *akoya*, swoisty standard białej pereł sferycznej. Drugi sztandarowy produkt japoński to słodkowodna perła *biwa*, przez wiele lat standard pereł słodkowodnej; w związku z zatruciem wód jeziornych straciła na znaczeniu po prawie całkowitym zaprzestaniu produkcji. W jej rolę weszła słodkowodna perła chińska, która zresztą w okresie przejściowym była sprzedawana za pośrednictwem Japonii pod nazwą *biwa*; jednak nie była to perła identyczna z pierwotną, oryginalną *biwa* i przez ekspertów pereł była rozpoznawana już przy pierwszym spojrzeniu.

Wysokiej jakości *japońska akoya* jest kulista, biała i charakteryzuje się intensywnym połyskiem oraz orientem. Połysk i orient są obecne, gdy perła posiada dostatecznie grubą powłokę perłową. Jej grubość jest mniejsza niż w *perlach south sea*; dodatkowo może się jeszcze zmieniać zależnie od producenta. Jednak jest ona zazwyczaj większa niż to ma miejsce w *chińskich akoya*. Grubość powłoki perłowej *japońskich akoya* zawiera się zazwyczaj między 0,2-0,4 mm. Niezwykle rzadko trafiają się w *japońskich akoya* powłoki perłowe przekraczające 1,0 mm. Ich barwa jest standardowo biała; trafiają się też z powierzchniowym refleksem czerwono-różowym i kremowym. Generalnie, *japońska akoya* jest bielsza od *chińskiej akoya*. Okazjonalnie spotyka się także inne barwy *japońskich akoya*, np.: różową, niebieską, złotą i szarą. Japonia jest także okazjonalnym producentem ciemnych („czarnych”) pereł o naturalnej barwie, analogicznych w wyglądzie jak „czarne” perły polinezyjskie. Forma *japońskich akoya* może być sferyczna lub barokowa (symetryczna i asymetryczna). Kulistość *japońskich akoya* oceniana jest jako najlepsza w świecie. Baroki *japońskich akoya* są również wysoko cenione, zwłaszcza symetryczne. Wielkość *japońskich akoya* mieści się w przedziale od 2-12 mm; jednak perły o wielkości powyżej 10 mm są już bardzo rzadko spotykane. Dramatyczny skok cen następuje zwykle po przekroczeniu średnicy 7,5 mm i rośnie znacząco co 0,5 mm. Większość produkcji *japońskich akoya* koncentruje się wokół wielkości 6,0-8,5 mm. Z procedur upiększania stosowane są rutynowo wybielenie, bębnowanie i barwienie. Procedury te dotyczą przede wszystkim pereł należących do niższych klas jakości.

- **Tahiti** – produkuje perły o tak egzotycznym wyglądzie, że mało jest równie pięknych rzeczy, które mogą z nimi konkurować. Pojawiły się na rynkach światowych w latach siedemdziesiątych minionego wieku. Dziś stanowią światowy standard „czarnej” pereł. Większość „czarnych” pereł jest w rzeczywistości „szara”. Nazwa pereł „czarne” przylgnęła do wszystkich pereł będących wytworem czarnowargowego małża *Pinctada margaritifera*

używanego do ich hodowli. Połysk pereł tahitańskich jest brany pod uwagę w większym stopniu niż u innych odmian pereł. Zazwyczaj jest aksamitny, lecz może być intensywniejszy, czasem przypominający wręcz metaliczny połysk dobrze wypolerowanej kulki. Mocny overtone jest bardzo charakterystyczny dla pereł tahitańskich i pomaga wykreować ów niepowtarzalny, egzotyczny wygląd owych pereł. Najlepsze jakościowo okazy mają powłokę perłową grubą, sięgającą nawet 1,0 mm. Jest to rezultat hodowli trwającej dwa do trzech lat. W ostatnich latach obserwuje się jednak tendencję do skracania okresu kultywacji, a tym samym i grubości powłoki perłowej. Jej grubość może czasem sięgać zaledwie 0,2 mm. Barwy pereł tahitańskich są przeważnie ciemne: szare do brązowych. Inne barwy są rzadziej spotykane, np. barwa pawiego oka (żywo zielona z fioletowym overtone), oberżynowa (fioletowa z zielonym overtone), zielona, oliwkowozielona, niebieska, fioletowa, morska (srebrnozielona z bładoniebieskim overtone). Barwy brunatne i brązowe są mniej cenione, choć mogą być również dość atrakcyjne. Barwa pereł tahitańskich może być rozłożona na powierzchni pereł nierównomiernie, np. na jednym krańcu prawie czarna i bardzo jasna na drugim z subtelną gradacją w strefie przejściowej między obu skrajnymi obszarami. Pereły zupełnie bez skazy są niezwykle rzadkie. Drobne defekty powierzchni i ciemne plamki są dość typowe dla tych pereł. Ale pereły z widocznymi gołym okiem defektami też mogą być atrakcyjne; zależy to od indywidualnej oceny i preferencji nabywcy. Pereły doskonale kuliste są bardzo rzadkie, podobnie zresztą jak i pereły o najwyższej jakości. Jest to rezultat długotrwałej hodowli. Z innych form sporym zainteresowaniem cieszą się zwłaszcza tzw. „bączki”, guziki i krople oraz pereły o formach figuralnych. Wielkość tych pereł rzadko jest mniejsza od 8,0 mm; najbardziej rozpowszechnione są pereły o średnicy 10-12 mm; jeśli mają 12-14 mm to zaliczane są już do bardzo dużych; jednocześnie są to już pereły rzadko spotykane. Pojedyncze pereły wysokiej jakości o wielkości powyżej 14,0 mm są bardzo rzadkie i odpowiednio bardzo kosztowne. Jeszcze droższe są garnitury z takich pereł. Wobec dobrej jakości pereł tahitańskich stosowane są tylko najbardziej niezbędne rutynowe zabiegi upiększające, np. czyszczenie po wyjęciu z łona mięczaka perlorodnego. Natomiast okazjonalnie zdarza się spotkać oferowane pod nazwą „czarnych” pereł tahitańskich pozagatunkowe barwione *perły south sea*, ale także i pochodzenia tahitańskiego. Barwienie realizowane jest bądź przez napromieniowanie lub co gorsza, przez użycie azotanu srebra.

- **Meksyk** – pereły te zostały odkryte dla Europy w wyniku Wielkich Odkryć Geograficznych. Były to głównie pereły ciemne czyli tzw. pereły „czarne”. Z tego też obszaru pochodzi *La Peregrina*, jedna z najpiękniejszych historycznych pereł naturalnych świata. Współczesna hodowla pereł meksykańskich rozpoczyna się w latach dziewięćdziesiątych minionego wieku w Zatoce Kalifornijskiej, choć pierwsze próby podejmowane były już wcześniej, bo w latach sześćdziesiątych tego samego wieku. Hodowla oparta jest na wykorzystaniu małży *Pinctada mazatlanica* oraz *Pteria sterna*. Produkowane są pereły różnej barwy: opalizująco białej (bardzo rzadkie), złocisto – brązowej, szarej, zielonej, niebieskiej, fioletowej, różowo-fioletowej i prawie czarnej. Mimo bardzo ciekawych barw połysk i overtone są średniej jakości. Na razie hodowla nie jest wielka, raczej eksperymentalna i wynosi około 10 000 – 12 000 pereł w skali roku. Są to głównie pereły typu *mabe*, sporadycznie kuliste, owalne, baroki, keshi, o wielkości od 7,0 – 14,0 mm; najczęściej 7,0 – 9,0 mm. Kultywacja trwa około roku w przypadku *mabe* i około 2 lat w przypadku pereł w pełni sferycznych; pozwala to oczekiwać dość grubej powłoki perłowej, przekraczającej zapewne nawet 2,0 mm.

- **USA** – nowoczesna, słodkowodna hodowana perła amerykańska jest pewnym zaskoczeniem dla świata. Ponadto jest jeszcze stosunkowo mało znana poza Stanami Zjednoczonymi. A zasługuje na zapoznanie się z nią. Produkowana jest na farmach perłowych Tennessee z wykorzystaniem metody nietypowej dla hodowli słodkowodnych, a polegającej na wszczepie sztucznego jądra wytworzonego z masy perłowej małża

słonowodnego. Hodowane w ten sposób perły mają przeważnie formę symetrycznych i asymetrycznych baroków oraz różnokształtnych *mabe*: pałeczek, tabliczek, kropli, owali, kaboszonów, monet, markiz, serc. W małej ilości produkowane są także formy sferyczne. Wielkość pereł amerykańskich zależy w dużym stopniu od formy, np. małe *mabe* mogą mierzyć zaledwie 9 x 11 mm, podczas gdy duże mogą mieć nawet 10 x 40 mm. Są to perły o bardzo wysokim połysku i bogatym orlencie bądź overtonie. Grubość powłoki perłowej utrzymywana jest w odpowiedniej proporcji względem wielkości sztucznego jądra. Powierzchnia pereł rzadko jest bez wad. Wynika to ze stosunkowo długich okresów hodowli. Niewielkie skazy nie obniżają istotnie wartości perły i są bardziej tolerowane niż u innych pereł hodowanych. Najczęstsze barwy to: biała, srebrna, szara, kremowa, a z barw fantazyjnych: różowa, brzoskwiniowa i lawendowa. Wobec tego rodzaju pereł nie są stosowane zabiegi upiększające. Jedynym zabiegiem stosowanym rutynowo jest delikatne czyszczenie perły po jej wyjęciu z łona mięczaka.

## 9. Utwory perłopodobne

Termin *perła* bywa także niekiedy rozciągany na wytwory mineralne (biokonkrecje) znajdujące w muszlach niektórych mięczaków. Stosowana czasem wobec nich nazwa *perła* używana jest w sposób nieuprawniony. Są to formy nie będące perłami *sensu stricte*. Co najwyżej można określić je mianem pereł *sensu lato*. Wprawdzie są one, podobnie jak perły

Tab. 9.1. Występowanie różnych rodzajów utworów perłopodobnych (biokonkrecji węglanowych).

Biokonkrecje węglanowe	
<b>Wyspy Bahama</b>	<i>Strombus gigas</i> ("perła" conchowa); perły różowe, żółte, brunatne, białe
<b>Bermudy</b>	<i>Strombus giga</i> ("perła" conchowa); perły różowe, żółte, brunatne, białe
<b>Stany Zjednoczone Ameryki Północnej</b>	<i>Strombus gigas</i> ("perła" conchowa); perły różowe, żółte, brunatne, białe
<b>Kuba</b>	<i>Strombus gigas</i> ("perła" conchowa); perły różowe, żółte, brunatne, białe
<b>Chiny</b>	jeziora Chin południowych
	<i>Melo melo</i> ("perła" melo lub indyjska woluta); perły "Tan," brunatne, pomarańczowe, różowe
<b>Indie</b>	<i>Melo melo</i> ("perła" melo lub indyjska woluta); perły "Tan," brunatne, pomarańczowe, różowe
<b>Indonezja</b>	<i>Melo melo</i> ("perła" melo lub indyjska woluta); perły "Tan," brunatne, pomarańczowe, różowe
<b>Malezja</b>	<i>Melo melo</i> ("perła" melo lub indyjska woluta); perły "Tan," brunatne, pomarańczowe, różowe
<b>Birma (Myanmar)</b>	<i>Melo melo</i> ("perła" melo lub indyjska woluta); perły "Tan," brunatne, pomarańczowe, różowe
<b>Wietnam</b>	Halong Bayb
	<i>Melo melo</i> ; ("perła" melo lub indyjska woluta); perły "Tan," brunatne, pomarańczowe, różowe
<b>Kraje basenu Morza Śródziemnego</b>	<i>Pinna nobilis</i> („perła” pinna nobilis); perły barwy brunatnej i zbliżone
<b>Kraje Ameryki Środkowej i Północnej</b>	<i>Nodipecten subnodosus</i> („perła” scallop); perły barwy brunatnej do czerwonej i pomarańczowej; bywają też porcelanowo białe; atrakcyjny optycznie efekt awenturescencji, metalicznej scymtylacji
<b>Kraje basenu Morza Śródziemnego</b>	<i>Turbo petholatus</i> („perła” operculi); barwy brunatnawe do porcelanowo białych; wyraźna spiralna struktura przyrostu
<b>Morze Czerwone</b>	<i>Turbo petholatus</i> („perła” operculi); barwy brunatnawe do porcelanowo białych; wyraźna spiralna struktura przyrostu
<b>Pacyfik</b>	<i>Turbo petholatus</i> („perła” operculi); barwy brunatnawe do porcelanowo białych; wyraźna spiralna struktura przyrostu.

rzeczywiste, naturalnym wytworem komórek nabłonkowych płaszczu różnych mięczaków, a niektóre z nich mają kształt i wielkość zbliżoną do pereł rzeczywistych oraz atrakcyjny, przyciągający uwagę wygląd, z niekiedy bardzo interesującym efektem optycznym, np. scyntylacji, awenturescencji, to jednak różnią się od nich zasadniczo tworzywem; w ich budowie nie uczestniczy klasyczna masa perłowa. Przeważnie zalicza się je do tzw. biokonkrekcji węglanowych (tab. 9.1). Zależnie od gatunku mięczaka, którego są wytworem oraz od ich własności fizykochemicznych wyróżnia się następujące typy biokonkrekcji węglanowych:

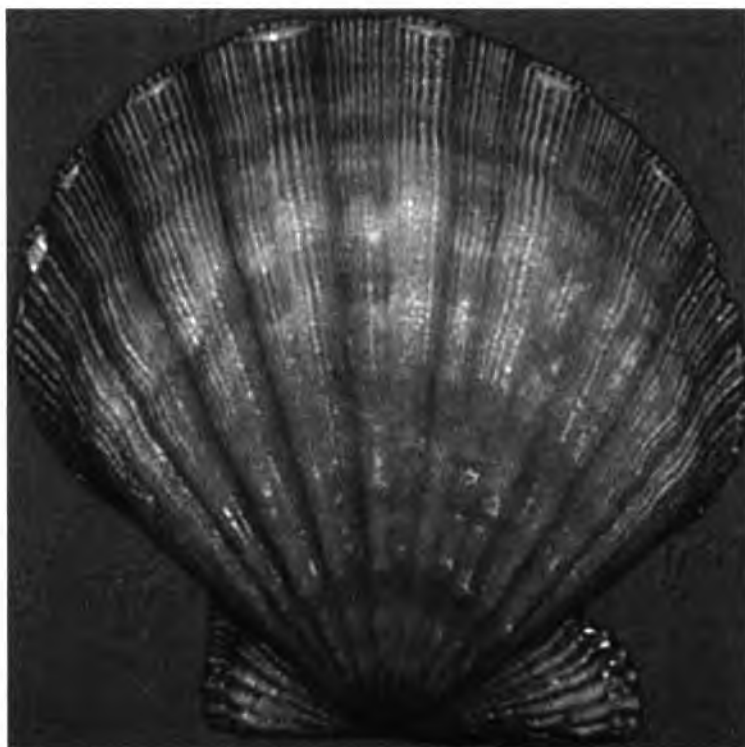


Fig. 9.1. *Nodipecten subnodosus*, twórca biokonkrekcji węglanowych typu scallop.

- scallop,

Są to naturalne, dość rzadko spotykane wytwory mięczaka morskiego *Nodipecten subnodosus*, bytującego w przybrzeżnych wodach Ameryki Północnej i Środkowej (fig. 9.1). Definiowane są jako biokonkrekcje węglanowe. Wyróżniają się dość atrakcyjną barwą przypominającą dobrze wypaloną polewę najlepszych gatunków ceramiki czerwonej; przeważnie są to barwy w różnych odcieniach barwy brązowej do czerwonej i fioletowej; bywają też porcelanowo białe. Czasem daje się dostrzec efekt optyczny przypominający efekt optyczny awenturynu (szczególna, drobnopłytkowa, metaliczna scyntylacja wgłębna, fig. 9.2). Wyróżniają się wysoką regularnością formy; najczęściej są okrągłe, owalne, guzikowate, kropłowate. Spotykane są też formy barokowe. Największe sięgają 40 karat. Najmniejsze mogą mieć ledwie około karata. Mimo atrakcyjnego wyglądu, nie są przedmiotem obrotu handlowego. Wynika to z niewielkiej ilości tego typu znalezisk. Z tego powodu znajdują się przede wszystkim w obszarze zainteresowania kolekcjonerów.

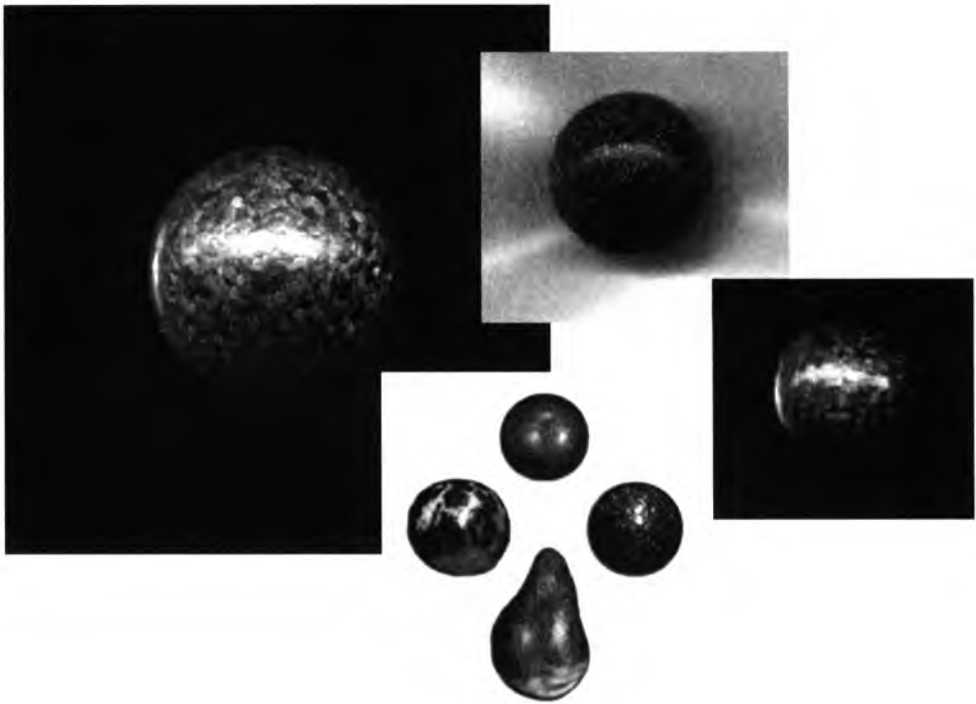


Fig. 9.2. Utwory perłopodobne typu scallop, wytwór *Nodipecten subnodosus*.

#### - conch,

Jest to wytwór ślimaka morskiego *Strombus gigas* bytującego w ciepłych wodach Morza Karaibskiego i Oceanu Atlantyckiego. W odróżnieniu od pereł *sensu stricte* charakteryzują się budową radialną. Ich barwy bywają w chwili znalezienia atrakcyjne, żywe, podobne do barwy koralowców i mieszczą się w szerokiej gamie odcieni od białej, poprzez żółtą, beżową, lawendową do żywo różowej (fig. 9.3). Ta ostatnia jest uznawana za najbardziej atrakcyjną, najrzadziej spotykaną, a tym samym najwyżej cenioną. Może ujawniać dodatkowo szczególne efekty optyczne, np. płomienistego, falistego, barwnego refleksu wgłębnego. Barwa nie jest jednak zbyt trwała; może ulegać zmianom pod wpływem światła słonecznego. Przechowywana w ciemności, wskutek rozkładu konchioliny także zmienia barwę i staje się z czasem nieciekawie szara. Brakuje jej także połysku i orientu perły *sensu stricte*. Są to perły rzadko spotykane, średnio jedna na dziesięć tysięcy wydobytych muszli. Ich rzadkość będzie jeszcze większa. Wynika to z zagrożenia gatunku przez wzrastające zanieczyszczenie środowisk ich bytowania oraz z przełowienia. Próby hodowli nie dały dotychczas pomyślnych rezultatów, podobnie zresztą jak próby reintrodukcji w zamieszkiwane przez nie niegdyś środowisko.

#### - melo,

Jest to wytwór nabłonka płaszczowego ślimaka morskiego *Melo melo* (fig. 9.4), bytującego w ciepłych słonowodnych akwenach Azji południowo-wschodniej. Ma on charakterystycznie kulisty kształt i barwę dojrzałego melona lub pomarańczy (fig. 9.5). Jego wielkość bywa znaczna i sięga często kilkudziesięciu, rzadziej kilkuset karat. Wielkością dorównuje czasem piłeczce do gry w golf. Pierwsze okazy tego rodzaju „pereł” napotkano w

ślimakach *Melo melo* złowionych w przybrzeżnych wodach Wietnamu. Z uwagi na atrakcyjny, niespotykany wygląd owych biokonkrecji podjęto w ostatnich latach w Tajlandii próby hodowli owych „perel”. Jak się zdaje zakończyły się one powodzeniem. Z dotychczasowych doniesień wynika, że ponad 50% wszczepów daje dość atrakcyjny produkt komercyjny.

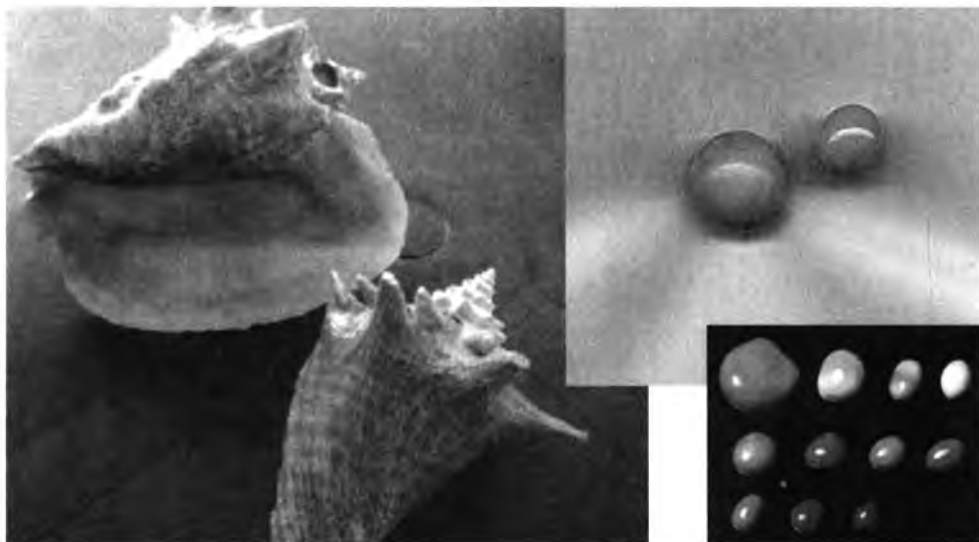


Fig. 9.3. Utwory perłopodobne typu conch (u dołu), wytwór ślimaka *Strombus gigas* (u góry), zwanego też pospolicie: Queen Conch lub Pink Conch.



Fig. 9.4. Muszle ślimaka *Melo melo*.



Fig. 9.5. Perłopodobny utwór typu *melo* (u dołu), wytwór ślimaka *Melo melo*.

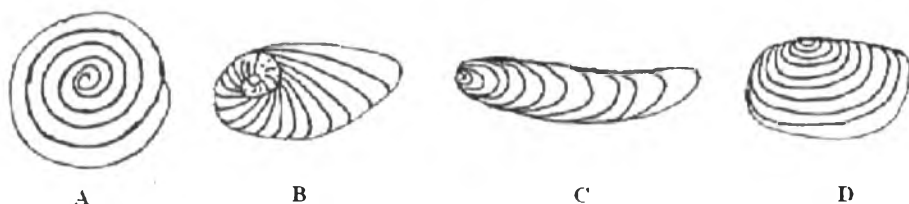


Fig. 9.6. Typy strukturalne *operculum* ślimaków morskich: A – spiralne, B – spiralnie otwarte, C – koncentrycznie językowe, D – koncentrycznie owalne.

#### - operculum,

Jest to wieczko mineralne zamykające dostęp do wnętrza muszli wielu ślimaków, np. *Turbo*, *Astraea*, *Natica*, *Nerita*, *Bolma*, *Clypeorum*, *Fasciolaria*, *Fusinus*, *Fusitriton*, *Cassis*, *Pleuroploca*, *Opeatostoma*, *Busycon*, *Cittarium*, *Conus*, *Strombus*, *Phasianella*. Niektóre z nich mają bardzo atrakcyjny wygląd i są chętnie wykorzystywane do produkcji unikatowej biżuterii. Stanowią również przedmiot zainteresowania kolekcjonerów. Spotykane są w niemal wszystkich słonowodnych akwenach świata. Na podstawie struktury dzielone są na (fig. 9.6):

- spiralne,
- spiralnie otwarte
- koncentrycznie językowe,
- koncentrycznie owalne.

Stwierdzono wiele odmian tworzywa formującego opercula. Podstawowym jego składnikiem jest konchiolina. Do produkcji biżuterii wykorzystywane są przede wszystkim opercula bogate w aragonit i kalcyt, ze szklistą warstwą wierzchnią i o atrakcyjnym zabarwieniu. Taką właściwość mają zwłaszcza opercula ślimaków gatunków *Turbo* i *Astraea*. Wiele z nich może mieć barwy: zieloną, kakaową, różową bądź kremową i często ciekawe kształty, np. guzikowate, maczugowate, dyskowate, (fig. 9.7)



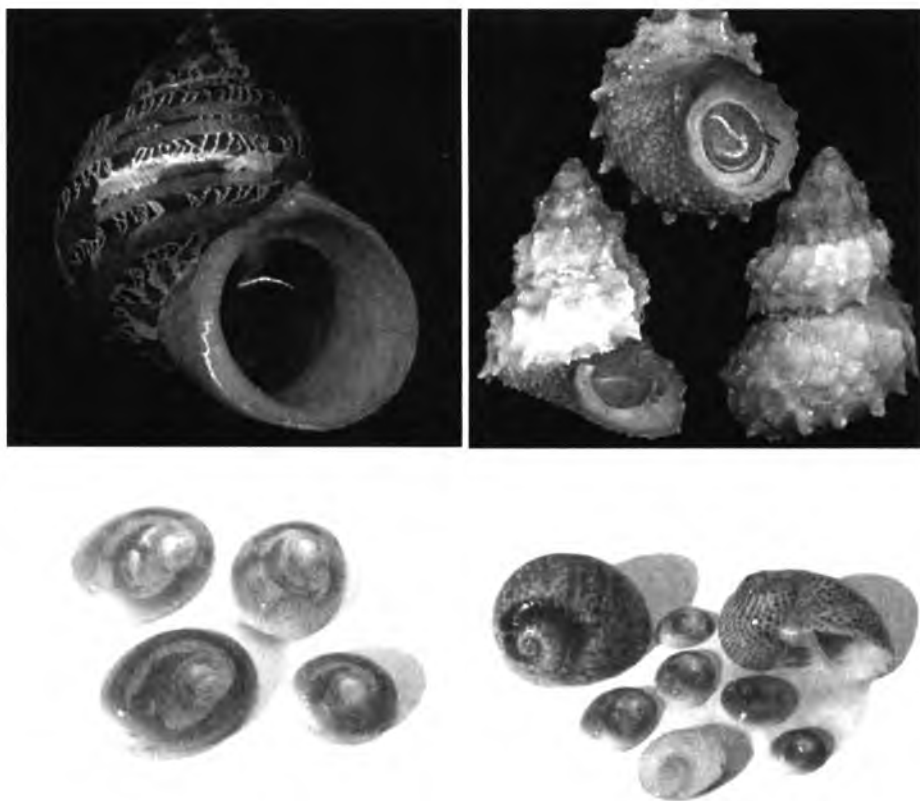


Fig. 9.7. Utwory perłopodobne typu operculum, wytwór ślimaka *Turbo petholatus*

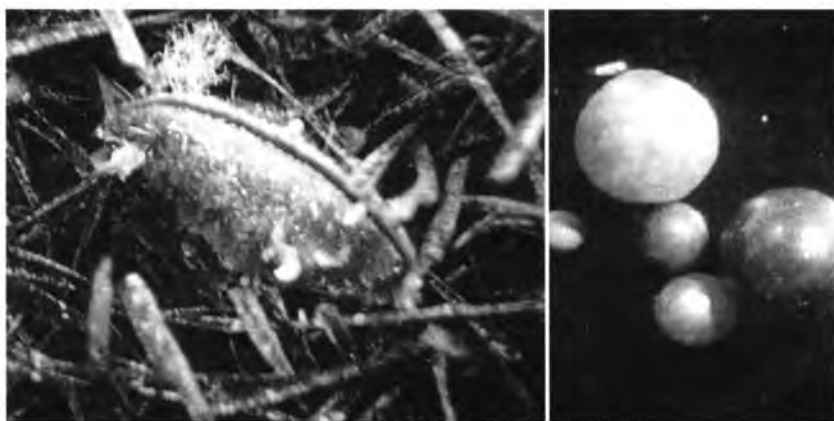


Fig. 9.8. Muszla *Pinna nobilis* (po lewej) i utwory perłopodobne *pinna nobilis* (po prawej).

#### - *pinna nobilis*

Jest wytworem drugiego co do wielkości małża świata *Pinna nobilis* (*Pinna squamosa*). Małż ten osiąga on około 100 cm długości i przeżywa około dwudziestu lat (Wainberg 1992). Zasiedla Morze Śródziemne oraz iberyjskie i marokańskie przybrzeżne płycizny Oceanu Atlantyckiego. Twory perłopodobne *Pinna nobilis* powstają mechanizmem podobnym do mechanizmu tworzenia się pereł u perłopławów. Do ich wytworzenia dochodzi w wyniku obudowania intruza koncentrycznymi warstewkami brunatnawego, czasem różowawego kalcytu, którego małż nie zdołał się pozbyć w inny sposób. Obcym ciałem bywa ziarenko piasku, obca tkanka, fragment muszli (Vincente, Moreteau 1991); uwięzione między płaszczem i skorupą, prowokuje wytworzenie się woreczka perłowego z tkanki nabłonkowej płaszcza i daje początek perle „*pinna nobilis*”. Utwór ten nie wzbudza większego zainteresowania handlowego z uwagi na niezbyt atrakcyjny wygląd (fig. 9.8). Natomiast muszle *Pinna nobilis* były niegdyś szeroko wykorzystywane do produkcji guzików, głównie na Sycylii, w Kalabrii i na Malcie.

## 10. Badanie pereł

Nowoczesna ocena i identyfikacja pereł wymaga stosowania coraz to bardziej wyrafinowanych metod i narzędzi, adekwatnych do dokonującego się postępu zarówno w dziedzinie hodowli pereł jak i produkcji ich imitacji. Poleganie jedynie na organoleptycznym badaniu doświadczonego znawcy już od dawna jest zawodne. Toteż od lat czynione są różne wysiłki dla opracowania przyrządów i metod umożliwiających obiektywną i nieniszczącą identyfikację obiektów gemmologicznych. Także dla pereł opracowano szereg sposobów i przyrządów umożliwiających ich rozróżnienie. Polegają one na:

- lupowym i binokularnym badaniu cech powierzchni pereły, efektów optycznych powstających w wierzchniej części pereły oraz na bezpośredniej obserwacji optycznej dostępnej części kanału przewierconego w perle,
- endoskopowym badaniu przewodzenia światła przez pereły,
- badaniu cech świecenia luminescencyjnego w różnych zakresach pobudzenia falami elektromagnetycznymi, np. przez ultrafiolet, promieniowanie rentgenowskie,
- analizie obrazów dyfrakcyjnych pereł oraz/lub ich radiogramów uzyskanych w badaniu rentgenograficznym,
- badaniu katodoluminescencji,
- badaniu gęstości względnej.

Uzyskanie jednoznacznej diagnozy pereły, wobec nieustannego postępu w metodach hodowli i przy stale rosnącej jakości imitacji, wymaga często stosowania kombinacji kilku różnych, wzajemnie wspomagających się metod. Toteż osoby profesjonalnie zajmujące się identyfikacją i oceną pereł muszą ciągle na nowo rozstrzygać problem wyboru metod umożliwiających ich skuteczną, wiarygodną i możliwie taną identyfikację oraz ocenę. Dla otrzymania wiarygodnego rezultatu muszą się przeważnie odwoływać do pomocy odpowiednio wyposażonego laboratorium, zdolnego zastosować różne sposoby badania pereł, także z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego.

Metody te można podzielić, zależnie od zastosowanych narzędzi na:

- podstawowe, nie wymagające zbyt kosztownych instrumentów badawczych,
- zaawansowane, wymagające dość kosztownych, a niekiedy również trudno dostępnych instrumentów badawczych; są to narzędzia, na które nie może sobie pozwolić standardowo wyposażone laboratorium diagnostyczne. Narzędzia takie dostępne są przeważnie jedynie w dobrze wyposażonych, wyspecjalizowanych placówkach naukowo-badawczych.

Jednocześnie wcale to nie zaspokaja tęsknoty, stale odczuwanej przez rzeszę jubilerów, za przyrządem – rodzajem testera, który umożliwiałby szybkie, dogodne i pewne odróżnienie pereły naturalnej od hodowanej, słodkowodnej od słonowodnej, jądrowej od pseudojądrowej i bezządrowej, pereły od jej naśladownictwa. Ideałem byłoby, gdyby to mogło się dziać na oczach nabywcy i być przez niego jednoznacznie weryfikowane, np. w sklepie jubilerskim. Póki co nie opracowano jeszcze takiego testera, jakkolwiek nie jest wykluczone, że w przyszłości sytuacja w tym względzie ulegnie dość radykalnej poprawie. W chwili obecnej musimy nadal odwoływać się do różnych metod wzajemnie się uzupełniających.

Identyfikacji pereły dokonuje się poprzez kompleksową analizę niezależnych danych pozyskanych w określonym porządku logicznym. Na początku powinny być przeprowadzone staranne oględziny pereły. Dokonuje się tego okiem nieuzbrojonym w oświetleniu naturalnym, potem w oświetleniu sztucznym, a następnie przy pomocy lupy i mikroskopu gemmologicznego (wyspecjalizowanego binokularu) oraz ewentualnie endoskopu. Już na tym etapie może niekiedy nastąpić identyfikacja pereły, np. że jest to perła hodowana jądrowa. Po oględzinach pereły należy przystąpić do badań wymagających bardziej wyspecjalizowanej aparatury. W tej fazie badania sprawdza się: fluorescencję w krótko- i długofalowym ultrafiolecie, fluorescencję w promieniowaniu rentgenowskim (tzw. fluorescencję rentgenowską), zdejmuje obrazy radiograficzne i dyfrakcyjne (tzw. badania

rentgenograficzne), czasem także katodoluminescencyjne. W wyjątkowych wypadkach może być też konieczne odwołanie się do obserwacji skaningowym mikroskopem elektronowym. Czasem bywa potrzebne także ustalenie gęstości względnej identyfikowanej perły.

### 10.1. Metody podstawowe

#### *Badanie gęstości względnej*

Pomiaru gęstości względnej można dokonywać różnymi metodami\*. Najbardziej rozpowszechnioną jest metoda hydrostatyczna (objaśnienie metody w: Łapot 2000). Gęstość względna nigdy nie identyfikuje perły wprost. Jednak w pewnych wypadkach, w konfrontacji z rezultatami osiągniętymi innymi metodami może rozstrzygać o zaliczeniu perły do określonego ich typu czy rodzaju.

Generalnie, słonowodne perły naturalne mają gęstość około 2,68 - 2,70 (fig. 10.1). Te perły, które mają wewnątrz zasobniejsze w konchiolinę, osiągają od 2,60 – 2,66. Podobnie niską gęstość mają naturalne perły słodkowodne (2,65-2,67). Gęstość pereł konchowych, ubogich w konchiolinę jest natomiast wyraźnie wyższa i mieści się zazwyczaj w przedziale 2,81-2,87. Perły hodowane jądrowe, zawierające jądro z masy perłowej małży słodkowodnych z Mississippi o gęstości 2,82, mają gęstość mieszczącą się w przedziale 2,72-2,78. Słodkowodne bezjądrowe perły hodowane mają średnią gęstość około 2,67.

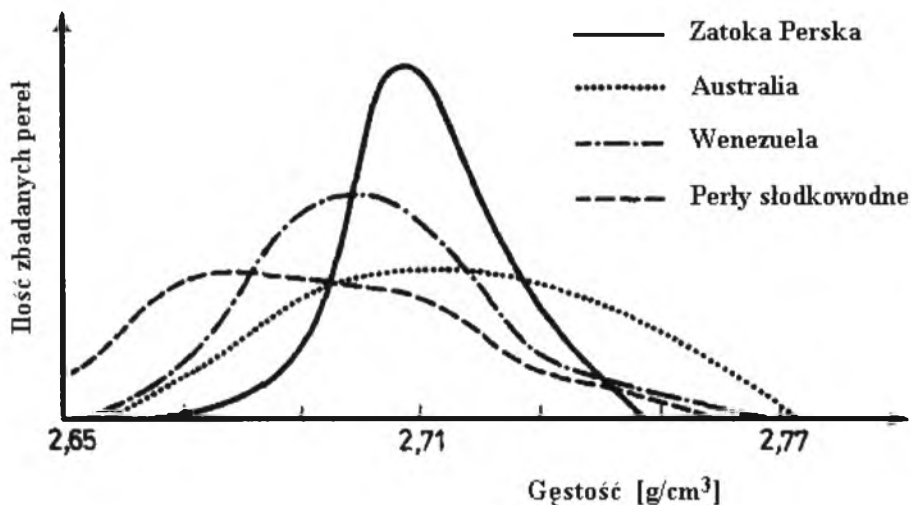


Fig. 10.1. Rozkład gęstości perł różnego pochodzenia.

#### \* Uwaga!

a). Ponieważ perły są w części złożone z materii organicznej, to do oznaczania ich gęstości nie należy nigdy używać standardowych cieczy ciężkich, działających niszcząco na perły, np. takich jak bromoform, jodek metylenu, ciecz Clericiego.

b). W przypadku perł przewierconych lub nawierconych, przed ważeniem w wodzie destylowanej, należy z kanału odwiertu usunąć powietrze, np. za pomocą igły.

Właściwością pereł, którą trudno znaleźć wśród innych obiektów gemmologicznych, jest to, że ich jakość może być oceniona okiem nieuzbrojonym. Zdolność postrzegania różnic, a tym samym ocena jakości perły opiera się w dużej mierze na doświadczeniu i wytrenowaniu obserwatora. Zalecane jest dokonywanie pierwszych obserwacji pereł okiem nieuzbrojonym. W pewnych przypadkach należy się posłużyć także lupą i mikroskopem gemmologicznym.

Dla ustalenia pierwszego odczucia barwy i połysku należy dokonać pierwszych obserwacji perły okiem nieuzbrojonym, najlepiej przy neutralnym oświetleniu naturalnym tzw. nieba północnego. Następnie, po niewielkiej przerwie należy powtórzyć tę obserwację w warunkach oświetlenia sztucznego, jakkolwiek źródło światła powinno być standaryzowanym źródłem typu C, spełniającym wymagania polskiej normy. Dalsze obserwacje prowadzi się z użyciem 10x lupy o skorygowanej aberracji geometrycznej (aplanatycznej) i chromatycznej (achromatycznej). Lupa powinna być w czarnej, matowej oprawie (niekorzystna jest jasna oprawa chromowana bądź złocena). Obserwacje lupowe powinno się prowadzić w intensywnym oświetleniu zimnym, np. takim, jakie przesłać można światłowodem z wzorcowego źródła światła C. Ogólne zasady posługiwania się lupą do obserwacji gemmologicznych opisano w podręczniku „*Gemmologa ogólna*” (W. Łapot 1999). Szczególnymi zaleceniami w przypadku lupowego badania pereł są:

- trzymanie i manipulowanie perlą lub sznurem pereł wprost palcami lewej dłoni podczas wykonywania obserwacji,
- jeśli występują trudności z uzyskaniem odpowiedniej ostrości pola widzenia powierzchni perły, to można sobie pomóc przez znalezienie ogniskowej lupy na liniach papilarnych skóry palców przytrzymujących perlę,
- dokonywanie obserwacji perły pod różnymi kątami i kierunkami przez powolne jej obracanie i pochylanie.

W pierwszej kolejności lupa jest szczególnie przydatna do badania i oceny różnorakich niedoskonałości i defektów powierzchni perły. Wpierw obserwuje się i bada całą powierzchnię perły, by stwierdzić, czy da się zauważyć jej fakturę i rysunek przypominający „izolinie mapy topograficznej” lub „linie papilarne”, bądź „tarasiki pól ryżowych”, z łagodnymi undulacjami i sinusoidalnymi wygięciami, czy też jest to powierzchnia jednolicie mikrogranularna, przypominająca wyglądem fakturę drobnosiarnistego papieru ściernego. W pierwszym przypadku jest to perła naturalna lub hodowana, w drugim – imitacja. Następnie analizuje się charakter i znaczenie poszczególnych rodzajów niejednorodności i defektów widocznych na powierzchni perły. Ich charakter jest dość jednoznaczna wskazówką jakości powłoki perłowej, np. nazbyt cienkiej.

Następnie badaniu poddaje się dostępną obserwacjom, wlotową część kanału wywierconego w perle, o ile takowy istnieje. Istnieje okazja do dokładniejszej oceny wykonanego otworu (np. wielkość średnicy, charakter wlotu). W perle naturalnej będzie można zauważyć ciągłą strukturę warstewkową złożoną z drobnych, nałożonych na siebie mikrolamin oraz odnieść wrażenie coraz to intensywniejszego i/lub ciemniejszego ich zabarwienia (tzw. „niebieszczenia”) w miarę przesuwania wzroku ku wnętrzu perły. W perle hodowanej warstewki powłoki perłowej powinny być wyraźnie widoczne; kilka najbardziej zewnętrznych może być ciemniejszych, np. z powodu zastosowania barwienia lub wykazywać równomierną, stopniową zmianę natężenia barwy z powodu sukcesywnej zmiany zawartości konchioliny. Cienka zazwyczaj powłoka perłowa przeważnie dość kontrastowo odcina się od bardziej homogenicznego, białego jądra takiej perły. Jeśli perła była napromieniowana, to sztuczne jądro może być ciemnej barwy. Wlot wywierconego kanału powinien być zbadany uważnie w całym swoim obwodzie i porównany z jego wylotem. W imitacjach pereł nie obserwuje się przeważnie tak wyraźnego podziału na relatywnie grubą,

dobrze zindywidualizowaną powłokę perłową i homogeniczne jądro. W przypadku badania koliai konieczne jest jej rozmontowanie i badanie każdej perły z osobna.

Badanie binokularne umożliwia dokładniejsze zapoznanie się z topografią powierzchni perły; w niektórych rodzajach pereł dopiero w takich warunkach możliwe jest dostrzeżenie charakterystycznych cech ich powierzchni, a zwłaszcza owych „izolinii”, zwanych też „liniami papilarnymi” czy „tarasikami” (fig. 10.2). Obserwacji dokonuje się w silnym jasnopółowym oświetleniu przy użyciu powiększeń od 30x do nawet 120x. W takich warunkach łatwo można zauważyć nie tylko fakt występowania owych „izolinii”, ale także pokusić się o ich dokładniejszą charakterystykę, a bywa że i dość dokładny pomiar (fig. 9.3). W słonowodnych perłach naturalnych i w japońskich perłach hodowanych *akoya* są one całkiem drobne, ścieśnione i niezbyt wyraziste. W perłach hodowanych morskimi perłownicami południowymi linie te są bardziej oddalone od siebie i wyraźniej zaznaczone\*.

Obserwacja mikroskopowa może być przydatna do stwierdzenia faktu poprawiania, a niekiedy i rodzaju zastosowanej procedury. Szczególnie dotyczy to tych technik upiększania, których przeznaczeniem jest intensyfikacja lub nawet zmiana barwy perły, np. hodowane słonowodne perły jądrowe z wyrażeniem różowym overtonem mają go wytworzonego przez barwienie z użyciem eozyny, intensywnie czerwonego barwnika sadowiącego się w warstwie konchiolinowej, między powłoką perłową a sztucznym jądrem. Zintensyfikowane czerwone zabarwienie tej warstwy dobrze widoczne mikroskopem gemmologicznym jest dobrym wskaźnikiem zastosowanej procedury. W przypadku użycia do barwienia azotanu srebra powierzchnia takiej perły ujawnia często pod binokulem nierównomierność zabarwienia, polegającą na występowaniu szczególnej palamistości; część palm jest ciemna, prawie czarna,

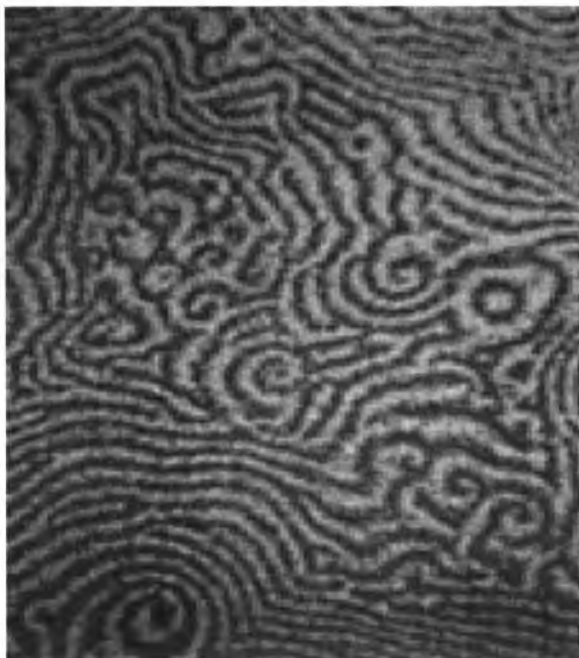


Fig. 10.2. Powierzchnia perły naturalnej pod binokulem (pow. 120x).

**\*Uwaga !** Informacja ta ma jedynie walor wskaźnikowy i nie może być traktowana jak cecha w pełni diagnostyczna.

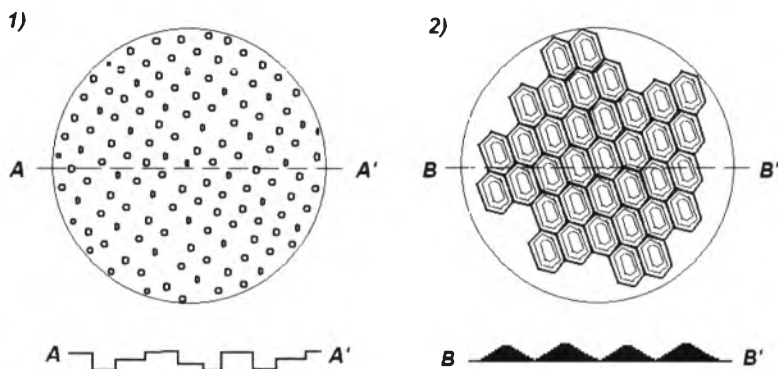


Fig. 10.3. Faktura powierzchni 1 – imitacji, 2 – perły naturalnej i hodowanej, widzianej mikroskopem gemmologicznym; AA', BB' – przekrój wierzchniej części powłoki imitacji i perły (powiększone).

inne są natomiast jaśniejsze, fioletowe, a nawet fioletowawe. Perły barwione w ten sposób, po pewnym okresie użytkowania, wskutek działania ultrafioletu zawartego w świetle słonecznym, wydzielają drobne czarne grudki metalicznego srebra. Podobnie redukujące działanie ma również perłowa konchiolina. We wlotowym przekroju wywierconego kanału owe grudki mogą być dobrze widoczne binokularnie. Perły napromieniowane mają w takiej obserwacji jądro barwy szarej, często z charakterystycznymi pierścieniami (dotyczy to tylko pereł hodowanych jądrowych). Dzieje się tak wskutek wysokiej przenikliwości użytkowanego do naświetleń promieniowania; w rezultacie napromieniowaniu ulega również sztuczne jądro wykonane z masy perłowej. Ciemna barwa takiej perły wytwarzana jest także przez światło odbite od jej ciemnego jądra. W rzadkich przypadkach pereł hodowanych z barwnym jądrem prasowanym (zabarwiony, spojony plastikiem proszek kalcytowy otrzymany w wyniku skruszenia lub zmielenia muszli), może być widoczny pod mikroskopem gemmologicznym efekt stopienia owego plastiku ciepłem powstałym podczas wiercenia otworu w perle. Imitacje w obserwacji mikroskopowej ujawniają bardzo wyraziście fakturę granularną powierzchni, co jest oczywistym potwierdzeniem obserwacji lupowej (fig. 10.3). Dobre rezultaty daje także obserwacja samej krawędzi otworu i strefy wokół otworu. W niektórych imitacjach otwór jest wiercony przed powleczeniem powierzchni imitacji substancją perłopodobną. Stąd spotykane charakterystyczne nawarstwienie tej substancji wokół otworu (fig. 10.4). Bywa, że zgrubienie to jest usuwane przez odcięcie i ponowne nawiercenie lub zeszlifowanie. Stwierdzenie śladów takiego zabiegu może być oznaką imitacji lub przynajmniej niejasnych zabiegów czynionych względem perły.

#### Badanie endoskopowe – perlroskop (neoendoskop).

Jest to opracowany kilka lat temu przez dr Hana Atalay (Francja, patent nr 9305749) przyrząd, umożliwiający odróżnienie pereł jądrowych od bezjądrowych i pseudojądrowych. Testowany był w Laboratoire de Gemmologie d'Universite de Nantes (Francja) oraz w kilku innych laboratoriach gemmologicznych krajów Unii Europejskiej. Testowano go także na XXIV Międzynarodowej Konferencji Gemmologicznej w Paryżu. Do jego oczywistych zalet należy kieszonkowa wielkość i nikły ciężar, kompaktowa forma, odporność na wstrząsy,

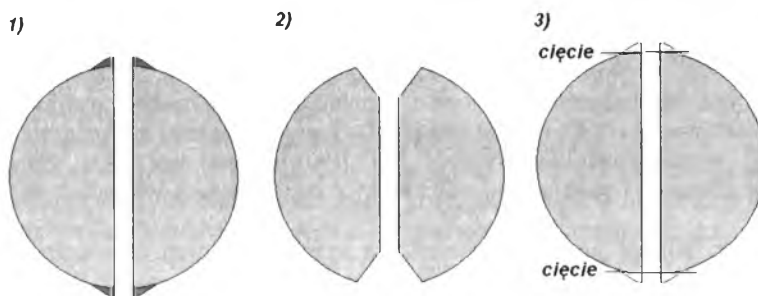


Fig. 10.4. Imitacja perły z nałożoną powłoką z substancji perłopodobnej: 1 – zgrubienie substancji wokół wlotu i wylotu odwierconego otworu, 2 – zgrubienie usunięte przez ponowne nawiercenie stożkowego wlotu i wylotu w odwierconym otworze, 3 – nawarstwienie usunięte przez odcięcie lub zeszlifowanie zgrubienia

autonomiczne zasilanie i niezbyt wysoka cena (koszt prototypu wyniósł około 4000 franków francuskich). Przyrządem tym możliwe jest badanie pereł oprawionych i nieoprawionych, zarówno przewierconych, jak i nieprzewierconych, a czynność ta może być wykonana w nieomal każdym wystarczająco zaciemnionym miejscu.

W opracowaniu i budowie perlloskopu (neoendoskopu) wykorzystano tę samą zasadę, która przyświecała w 1926 roku A. Perrinowi i G. Chilowsky'emu przy konstrukcji endoskopu. Sprowadza się ona w gruncie rzeczy do oceny rezultatów przewodzenia światła przez pereł w zależności od cech i budowy ich wnętrza. Już w 1717 roku francuski przyrodnik René A.F. Réaumur wykazał, że struktura tworzywa pereł naturalnych nie różni się w istocie od struktury wewnętrznej części muszli małża perłorodnego, zwanej hipostracum lub masą perłową albo macią perłową. Perełę naturalną tworzą bardzo liczne, cienkie, koncentryczne laminy zbudowane z pseudoheksagonalnych kryształów rombowego węgla wapnia - aragonitu (patrz rozdział 2). Z obserwacji mikroskopem elektronowym wiadomo, że aragonit ma w nich postać sześciobocznych płytek o średnicy około 0,01 mm i grubości od 0,004 – 0,006 mm; płytki te połączone są ze sobą za pośrednictwem cienkiego filmu konchiolinowego, stanowiącego od 4% do 14% masy perłowej. Tworzenie pereł nie jest normalną funkcją życiową organizmu mięczaka, lecz wynikiem jego reakcji obronnej wobec obcego ciała, które przedostało się do jego wnętrza, np. ziarnko piasku, odprysk muszli, pasożyt lub jego postać przetrwalnikowa, obumarły, nie dający się wydalić fragment tkanki małża lub tkanki obcej, zakłócających zwykły przebieg procesów biologicznych w jego organizmie. Zatem niewielkim jądrem pereł naturalnych jest zawsze owo ciało obce obudowane („zneutralizowane”) masą perłową wytwarzaną przez komórki nabłonkowe płaszczka mięczaka. Masa perłowa tworząca korteks (powłokę perłową) odkłada się wokół jądra koncentrycznie – warstwowo przez cały okres życia małża, oczywiście z pewnymi zakłóceniami wynikającymi z warunków panujących w środowisku bytowania mięczaka. Toteż grubość powłoki perłowej (korteksu) pereł naturalnych jest wielokrotnie większa od jądra (irytanta).

Perła hodowana składa się przeważnie z:

- dużego, sztucznego, sferycznego zarodka (jądra), tj. gładkościennie polerowanego elementu o strukturze płaskowarstewkowej, zwykle o średnicy paru milimetrów, wytwarzanego najczęściej z naturalnej masy perłowej pozyskiwanej z muszli mięczaków słodkowodnych *Unio* lub *Anodonta*, bytujących w rzekach: *Mississippi* (USA), *Jangcy* (Chiny), *Perak* (Malezja),



- powłoki perłowej (koreksu) narośniętej w sposób naturalny, sferycznie na jądrze (zarodku) z masy perłowej; grubość powłoki perłowej bywa różna, od 0,01 mm do paru milimetrów (średnio od 0,03 do 0,05 mm); przy czym analogicznie jak w perłach naturalnych jej podstawowymi składnikami są aragonit i konchiolina, a jej budowa jest koncentrycznie warstewkowa; masa perłowa narasta wokół jądra perły hodowlanej analogicznie jak w perle naturalnej, warstewkowo-koncentrycznie, a poszczególne warstewki złożone są z kryształów aragonitu i spajającej je konchioliny o takich samych właściwościach jak w perle naturalnej.

Najlepsze imitacje pereł wykonywane są z masy perłowej, powleczonej specjalną perłopodobną emalią lub materiałem o właściwościach optycznych możliwie najbardziej zbliżonych do własności masy perłowej perły naturalnej. Nakładany jest on wielowarstwowo na jądro imitacji, bądź wypełnia się nim jej wydrążone lub puste wnętrze, np. niektóre banieczkowe imitacje szklane.

Endoskop A. Perrina i G. Chilowsky'ego został wyprodukowany w drugiej dekadzie minionego stulecia zaledwie w 75 egzemplarzach. Źródłem światła była w nim lampa łukowa, a wiązka świetlna wprowadzana była do wnętrza przewierconej perły za pośrednictwem kanału wydrążonego we wnętrzu igły zakończonej dwoma lusterkami ustawionymi względem siebie pod kątem  $45^\circ$ . Światło odbite od pierwszego z lusterek mogło, zależnie od budowy perły i jego położenia w kanale przewierconym w perle, różnie propagować się w jej wnętrzu. Obserwowane rezultaty transmisji światła stanowiły podstawę identyfikacji i rozróżnienia perły naturalnej i hodowlanej oraz jej imitacji. Był to przyrząd o sporych rozmiarach, ciężki, możliwy do wykorzystania jedynie stacjonarnie, przeważnie w dużych laboratoriach gemmologicznych. Warto przy tym wspomnieć, że stał się on np. zaczątkiem czołowego dziś we Francji Laboratoire du Service Public du Contrôle des Diamants, Perle fines et Pierres précieuses (Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris). Brak części zamiennych, a zwłaszcza ulegających stosunkowo łatwemu uszkodzeniu, wydrążonych wewnątrz igieł sprawił, że przyrząd ten szybko wyszedł z użycia i stał się w użytkujących go laboratoriach eksponatem muzealnym.

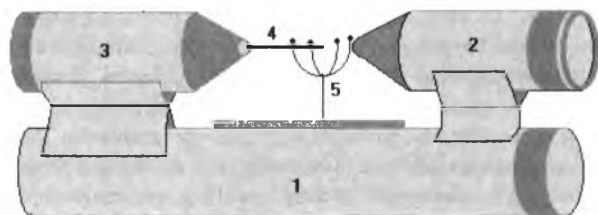


Fig. 10.5. Perłoskop (neoendoskop): 1 – zasobnik z bateriami AA, 2 – lupa 35x, 3 – mikrolaser, 4 – wydrążona wewnątrz igła tytanowa o średnicy 0,3 mm, 5 – uchwyt na perłę.

Z kolei przyrząd opatentowany przez H. Atalay można traktować jako odpowiedź na postęp, który dokonał się w minionym okresie. Składa się on z (fig. 10.5):

- mikrolaserowego źródła światła (użyto koherentnego przestrzennie i czasowo, monochromatycznego, półprzewodnikowego mikrolasera o czerwonej barwie strugi światła i bardzo niskim zużyciu energii),
- wymiennej, niełamiwej igły tytanowej o grubości 0,3 mm, wewnątrz wydrążonej i zakończonej platynowym pryzmatem o kącie łamiącym  $45^\circ$ ,

- lupy o 35-krotnym powiększeniu z adapterem umożliwiającym połączenie endoskopu ze spektrometrem, videokamerą, a za pośrednictwem kanału optycznego (światłowodu) także z innymi przyrządami pomiarowymi lub badawczymi,
- podstawki i uchwytu na badany obiekt (perłę),
- autonomicznego zasilacza (dwie standardowe baterie typu AA).

Przyrząd można pomieścić w futerale o wymiarach 12 x 4,5 x 3 cm, a jego masa wraz z bateriami wynosi około 20 dkg. Można zatem posługiwać się nim nawet za pomocą jednej ręki. Zastosowanie laserowej, koherentnej, monochromatycznej wiązki światła dało możliwość wykrywania wszystkich tych cech i niedoskonałości struktury wewnętrznej pereł, które są niewidoczne przy użyciu zwyczajnej wiązki światła białego.

Jeśli identyfikacji poddawana jest perła nieprzewiercona lub jeśli jest ona wmontowana trwale w obiekt, to bada się ją w ten sposób, że wiązkę światła laserowego skierowuje się na perłę od strony jej powierzchni, bez potrzeby uciekania się do pośrednictwa igły tytanowej. Perła spoczywa wówczas na specjalnie przystosowanej do tego celu podstawie nakładanej na wylot wiązki światła laserowego. Koncentryczne warstewki miąższowego korteksu perły

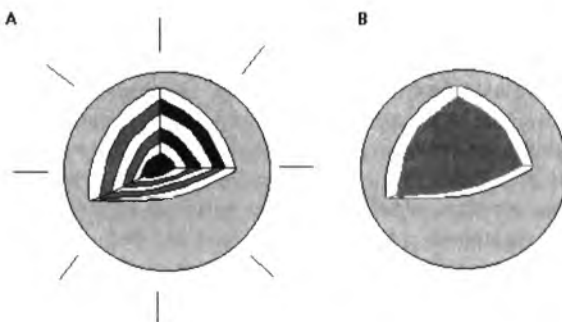


Fig. 10.6. Reakcje optyczne perły naturalnej (tzw. rozproszenie zewnętrzne – A) i perły hodowanej (tzw. rozproszenie wewnętrzne – B) oświetlonych bezpośrednio monochromatyczną wiązką światła laserowego.

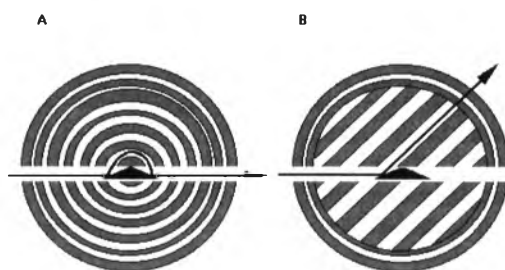


Fig. 10.7. Bieg wiązki światła we wnętrzu przewierconej perły naturalnej (A) i jądrowej perły hodowanej (B) oświetlonej za pośrednictwem wydrażonej wewnątrz igły tytanowej zakończonej platynowym pryzmatem o kącie łamiącym 45°

naturalnej przeciwstawiają się skutecznie głębszej transmisji prostopadle skierowanej na nie wiązki laserowej i powodują zauważalne powierzchniowe jej rozproszenie. Wokół perły naturalnej tworzy się wówczas charakterystycznie wyglądająca poświata (aureola światła rozproszonego), znamionująca efekt tzw. rozproszenia zewnętrznego (fig. 10.6). Natomiast perły hodowane ze sztucznym jądrem oświetlone w ten sam sposób dają odmienny efekt tzw. rozproszenia wewnętrznego. Wynika to z tego, że światło w pewnych położeniach takiej perły

znajduje bardzo dogodne warunki do transmisji przez płaskorównoległe warstewki masy perłowej tworzącej sztuczne jądro, a cienki korteks nie jest w stanie skutecznie się temu przeciwstawić. Perły hodowane bezjądrowe lub pseudojądrowe, np. *keshi*, *biwa*, ujawniają w takim badaniu tzw. robakowatą plamę znamionującą obecność przemieszczonego, nieudanie implantowanego woreczka perłowego.

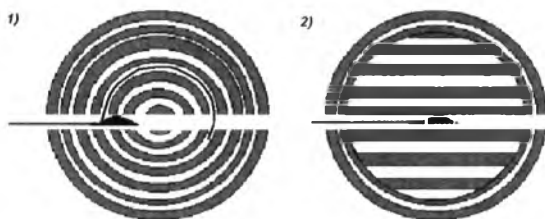


Fig. 10.8. Bieg wiązki światła w perle naturalnej z niewłaściwie ustawioną igłą tytanową endoskopu (1) oraz w perle hodowanej z niekorzystnie przewierconym jądrem ; położenie otworu równoległe do aragonitowych warstewek implantowanego jądra (2).

Jeśli perła jest przewiercona, to nakłada się ją na przewodzącą światło, wydrążoną wewnątrz igłę tytanową zamontowaną na wylocie wiązki światła laserowego. Perła jest podtrzymywana w stabilnym położeniu przez specjalnie przystosowany do tego celu uchwyt, umożliwiający bardzo precyzyjne, liniowe jej przemieszczanie wzdłuż osi igły za pomocą prostego pokrętki. Koncentryczne warstewki masy perłowej perły naturalnej przewodzą, na podobieństwo kanału świetlnego (światłowod), wiązkę światła laserowego, odbitą od powierzchni czołowej platynowego pryzmatu łamiącego, umieszczonego na końcu igły tytanowej i po ponownym jej odbiciu od tylnej ściany owego pryzmatu jest ona przesyłana za pośrednictwem adaptera, przyrządu badawczego czy też obserwacyjnego, np. spektrometru, spektroskopu, wideokamery (fig. 10.7). Równoległe układające się warstewki masy perłowej sztucznego jądra perły hodowanej, z uwagi na ich geometrię, dokonują transmisji wiązki światła laserowego tylko w kierunku powierzchni perły z tzw. „efektem kociego oka” (fig. 10.7). Położenie igły lub jądra może być także niekorzystne (fig. 10.8). Wówczas efektów optycznych związanych z transmisją światła nie będzie widać. Przy precyzyjnej manipulacji uchwytem z perłą i uważnej obserwacji efektów optycznych można określić wielkość sztucznego jądra jako odległość mierzoną na skali wygrawerowanej wzdłuż osi przemieszczenia między pozycjami wystąpienia i zaniku „efektu kociego oka”. Tym samym można określić także grubość powłoki perłowej.

Pewną niedoskonałością metody neoendoskopowej jest z pewnością jej czasochłonność, gdyż tym sposobem można badać perły jedynie oddzielnie, pojedynczo. Ponadto, by rezultaty identyfikacji mogły być poprawne, wymagane jest, by osoba dokonująca interpretacji obserwacji miała już pewne doświadczenie w pracy z perłami.

#### Badanie fluorescencji; widma fluorescencji

Fluorescencja to jeden z rodzajów luminescencji i polega na emitowaniu przez niektóre substancje światła własnego. Jest to wywołane zewnętrznym naświetleniem lub napromieniowaniem pokrewnego rodzaju. Czas trwania fosforescencji jest bardzo krótki i w praktyce ustaje wraz z zaprzestaniem naświetlania promieniowaniem wzbudzającym, gdyż elektrony pobudzone promieniowaniem, nie pozostają przez pewien czas na wyższym poziomie energetycznym, lecz od razu wracają do stanu podstawowego. Fluorescencja różni się od pokrewnego zjawiska – fosforescencji tym, że emisja światła trwa jeszcze przez pewien

czas po zaprzestaniu działania promieniowania wzbudzającego. Fluorescencja, podobnie jak fosforescencja, emituje światło o większej długości fali niż długość fali promieniowania wzbudzającego. Toteż dla wywołania fluoroscencyjnej emisji światła potrzebne jest promieniowanie o odpowiednio wyższej energii. Najbliższym promieniowaniem o energii wyższej od promieniowania widzialnego jest promieniowanie ultrafioletowe. Fluorescencja wywoływana przez promieniowanie ultrafioletowe i twardszą (wyżejenergetyczną) część promieniowania widzialnego bywa nazywana fotoluminescencją (Łapot 1999). W badaniach gemmologicznych zastosowanie do pobudzania fluorescencji różnych obiektów znalazło pasmo o długości fal elektromagnetycznych 300-400  $\mu\text{m}$  z maksimum natężenia w okolicy 366  $\mu\text{m}$ , czyli tzw. bliski nadfiolet lub długofalowy nadfiolet (w skrócie UVL – „fioletowe światło”) oraz pasmo o długości fal elektromagnetycznych 300-200  $\mu\text{m}$  z maksimum natężenia w okolicy 254  $\mu\text{m}$ , czyli tzw. daleki nadfiolet lub krótkofalowy nadfiolet (w skrócie UVC – „czarne światło”). Oba zakresy pobudzania fluorescencji są stosowane w testowaniu pereł, wzajemnie się uzupełniając i wspomagając w procedurze diagnostycznej. Niemniej użyteczność długofalowego ultrafioletu jest większa, a reaktywność wyraźniejsza. Warto też pamiętać, że reakcja luminescencyjna poszczególnych obiektów na działanie ultrafioletu jest do pewnego stopnia właściwością indywidualną i może się zdarzyć, że perły, które teoretycznie powinny wykazywać fluorescencję, nie będą tego zjawiska ujawniać lub będzie miało ono natężenie wyraźnie słabsze od oczekiwanego. Toteż w większości przypadków test fluorescencji nie jest wystarczający dla zidentyfikowania określonego rodzaju czy typu perły.

Słonowodne perły naturalne mają generalnie fluorescencję słabą, aczkolwiek można się zawsze natknąć zarówno na brak fluorescencji, jak i na silną fluorescencję. Ma ona w słonowodnych perłach naturalnych barwę żółtawą, podczas gdy w słodkowodnych perłach naturalnych w tych samych warunkach pobudzenia długofalowym i/lub krótkofalowym ultrafioletem jest ona matowa, niebiesko-zielonawa. Naturalne perły barwy brunatnej i szarej stają się czasem purpurowo-pomarańczowe. Słodkowodne bezjądrowe perły hodowane są pod tym względem dość podobne do analogicznych pereł naturalnych, aczkolwiek czasami przeciętne natężenie fluorescencji bywa większe, bardziej intensywne. Perły hodowane jądrowe słonowodne barwy białej stają się w długofalowym i krótkofalowym ultrafiolecie zielono-żółtawe. Jeżeli mają wywiercony otwór, to można zauważyć, że fluorescencja pochodzi od wszczepionego jądra wytwarzanego z słodkowodnej masy perłowej zawierającej mangan. Perły hodowane składane (*mabe*) i perły barwione przeważnie nie reagują na napromieniowanie ultrafioletem. Własność tę wykorzystuje się dla odróżnienia naturalnej perły czarnej od bardzo podobnie wyglądającej perły barwionej na czarno. Naturalna perła czarna powinna w długofalowym i krótkofalowym ultrafiolecie fluoryzować czerwono, aczkolwiek niezbyt intensywnie.

**Przypadek:** wykrycie falsyfikacji perły przy pomocy fluorescencji.

*Obiekt deklarowany:* naturalna perła „czarna” z Tahiti o średnicy 8 mm.

*Powód badania:* zaniepokojenie zauważalną nierównomiernością barwy perły po kilkumiesięcznym użytkowaniu (dyskretna ledwo dostrzegalna plamistość).

*Przebieg badania:* perła miała piękną barwę czarną z wymownym różowo-purpurowym overtone. W badaniu lupowym ujawniono powierzchniową teksturę perły z charakterystyczną topografią „izolinii”. Badanie radiograficzne ujawniło, że chodzi o hodowaną perłę jądrową (wyraźnie widoczne implantowane sztuczne jądro). Obserwacja binokularna pozwoliła stwierdzić, że barwa perły jest w rzeczywistości ciemno-brunatna. Barwa nie była jednolicie rozłożona na powierzchni perły i dawała delikatne wrażenie plamistości. W niewielu miejscach drobnych odprysnięć wierzchniej warstewki powłoki perłowej dało się stwierdzić, że warstewka niżej legła jest praktycznie bezbarwna. Brzeg odprysnięcia był otulony brunatną substancją o nieznanym powłoceniu. Ekspozycja w długofalowym ultrafiolecie ujawniła, że bezbarwna masa perłowa fluoryzuje kredowo-biało z odcieniem żółtawym, w sposób typowy dla białych hodowanych pereł jądrowych, podczas gdy

ciemno zabarwiona warstewka powłoki perłowej nie ujawnia żadnych oznak fluorescencji, a szczególnie brak tak typowej dla czarnych hodowanych pereł jądrowych z Tahiti czerwonej fluorescencji szczególnie widocznej w długofalowym ultrafiolecie. Było to wskazówką użycia barwienia. Fluorescencja rentgenowska ujawniła obecność srebra; zatem do barwienia użyto azotanu srebra.

*Konkluzja:* biała jądrowa perła hodowana z barwą poprawioną na czarno przy pomocy azotanu srebra.

### Widmo ekscytacji i emisji fluorescencji; fluorolog.

Badanie fluorescencji może mieć nie tylko charakter subiektywny (jakościowy – charakter barwy i ocena jej natężenia), ale także obiektywny (ilościowy – analiza widmowa fluorescencji). Substancje zdolne do fluorescencji nazywane są fluorochromami. W różnych ilościach i konfiguracjach występują one w składzie ciał fluoryzujących, np. w minerałach, w substancjach organicznych. Jeżeli energia kwantów padającego światła jest wystarczająco wysoka, następuje ich pochłonięcie przez elektrony cząsteczki fluorochromu i ich przejście na wyższy poziom energetyczny. Proces ten nazywa się wzbudzeniem cząsteczki fluorochromu w wyniku absorpcji światła. Prawdopodobieństwo wzbudzenia fluorochromu przez padające światło jest zależne od długości jego fali. Zależność tę przedstawia się graficznie w postaci tak zwanego widma wzbudzania fluorochromu (widma ekscytacji; przyjmując pewne uproszczenia określa się je również mianem widma absorpcyjnego). Jest ono wykresem całkowitej emitowanej fluorescencji w odniesieniu do długości fali światła wzbudzającego. Przykładem może być widmo ekscytacji masy perłowej pochodzącej z muszli uchowca (*Halotis iris*) z Nowej Zelandii (fig. 10.9). Widać na nim, że istnieje pewna, ściśle określona długość fali światła padającego, przy której fluorescencja jest najsilniejsza. Na uwagę zasługuje też fakt, że widmo absorpcyjne nie ma postaci ostrego piku, lecz jest dość szerokie.

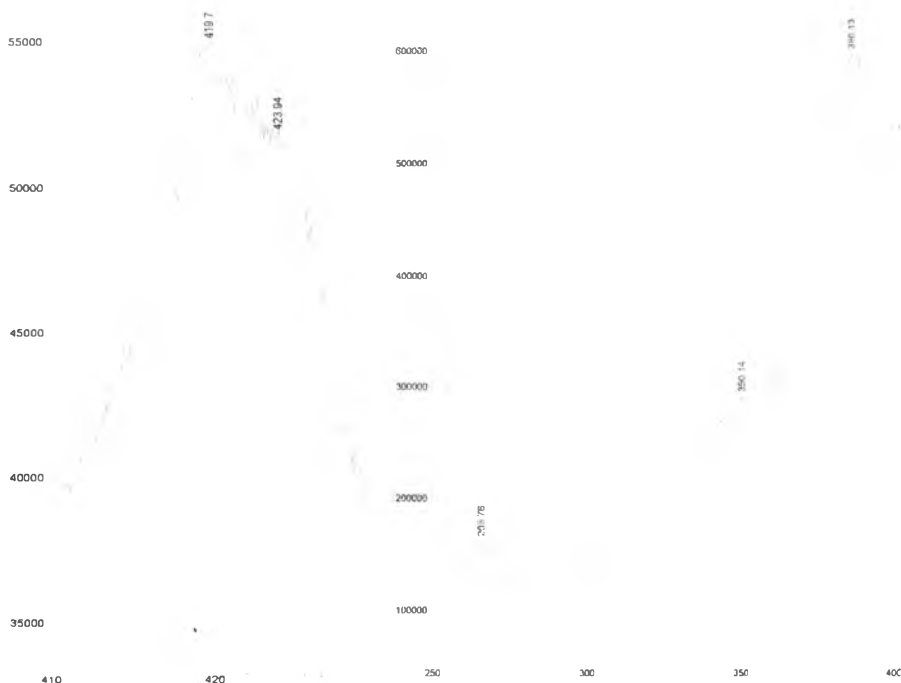


Fig. 10.9. Widmo ekscytacji (po lewej) i emisji (po prawej) masy perłowej ślimaka *Halotis iris* z Nowej Zelandii.

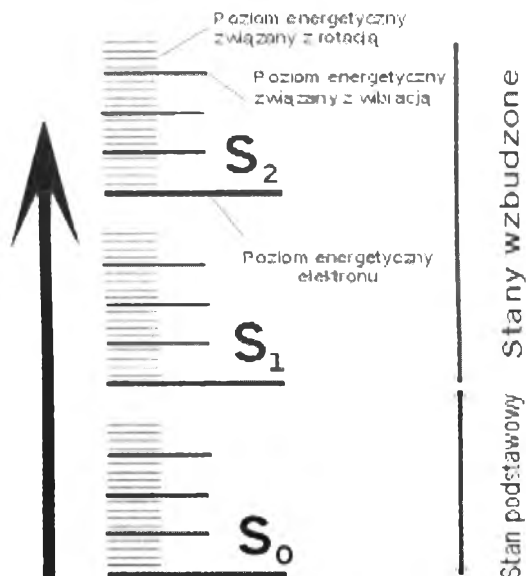


Fig. 10.10. Stany energetyczne cząsteczki fluorochromu.

Zależność tę najlepiej wyjaśnia fig. 10.10. Widać na niej, że energia cząsteczki fluorochromu jest wypadkową kilku energii składowych. Są nimi: energia elektronu (związana z jego oddaleniem od jądra atomu), energia drgań cząsteczki oraz energia jej rotacji. Energie związane z rotacją oraz drganiami cząsteczki są znacznie mniejsze niż energia związana z elektronami, co powoduje tworzenie podpoziomów energetycznych. Zwykle w normalnych warunkach otoczenia cząsteczka fluorochromu obraca się oraz drga, co oznacza, że znajduje się na jednym z tych podpoziomów. W takim przypadku, aby przenieść elektron do stanu wzbudzonego, kwant światła wzbudzającego może mieć mniejszą energię. Powoduje to rozmywanie i poszerzanie się pików w spektrum absorpcyjnym. Czasami spektrum to może mieć dwa lub więcej pików. Odpowiadają one przeniesieniu elektronu na wyższe stany wzbudzenia (2 i wyższe). Stan wzbudzenia fluorochromu jest bardzo nietrwały, trwa zwykle kilka nanosekund. Zaraz potem elektron pozbywa się nadmiaru energii. Zwykle jest to proces dwuetapowy. W pierwszym etapie cząsteczka traci energię związaną z drganiami i rotacją. Jest ona rozpraszana w postaci ciepła. W drugim etapie elektron powraca ze stanu wzbudzonego do stanu podstawowego. Towarzyszy temu emisja światła widzialnego. W procesie tym cząsteczka fluorochromu zwykle nie traci całej energii, lecz wraca do jednego z uprzywilejowanych podpoziomów energetycznych związanych z rotacją i drganiami. Z tego powodu widmo emisyjne (zależność natężenia fluorescencji od długości fali światła) również ma charakter rozciągniętego, szerokiego pików (porównaj fig. 10.9). Wierzchołek tego pików odpowiada długości fali światła, którego energia równa jest różnicy energii podstawowego podpoziomu stanu wzbudzonego i uprzywilejowanego podpoziomu drgań i rotacji cząsteczki w stanie podstawowym. Ponieważ część energii zaabsorbowanego fotonu jest rozpraszana w postaci ciepła oraz zatrzymywana przez cząsteczkę, kwant emitowanej fluorescencji musi mieć mniejszą energię (większą długość fali) niż foton wzbudzający. Jest to przyczyną przesunięcia widma emisyjnego w kierunku większych długości fal. Różnica długości fali pomiędzy szczytem widma absorpcyjnego i emisyjnego określana jest mianem przesunięcia Stockes'a.

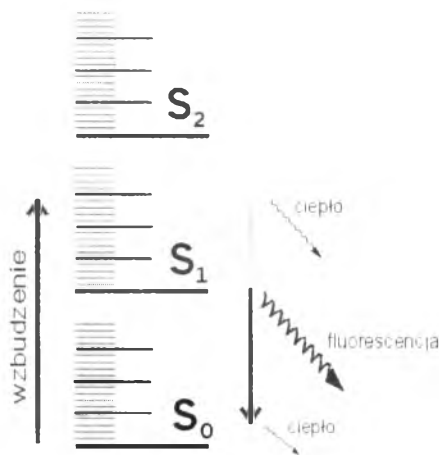


Fig. 10.11. Mechanizm emisji fluorescencji.

Obiektywnymi parametrami opisującymi fluorochrom i jego przydatność jest:

- **efektywność kwantowa**; prawdopodobieństwo emisji fotonu przez cząsteczkę fluorochromu określa się terminem efektywność kwantowa (*quantum efficiency* lub *quantum yield*). Definiuje się ją wzorem:

$$F = N_e / N_a$$

gdzie:

$N_a$  - liczba zaabsorbowanych fotonów

$N_e$  - liczba wyemitowanych fotonów

Efektywność kwantowa substancji waha się w granicach od 0,0 dla czynników nie będących fluorochromami do prawie 1,0 dla dobrych fluorochromów. Dla popularnej fluoresceiny efektywność kwantowa wynosi  $F = 0,9$ .

- **jasność**; fluorochromy różnią się między sobą jasnością fluorescencji. Jest ona proporcjonalna do iloczynu współczynnika ekstynkcji ( $e$ ) oraz efektywności kwantowej.

$$B = e F$$

Molarny współczynnik ekstynkcji ( $e$ ) fluorochromu to ilość światła określonej długości fali absorbowanego przez 1 cm warstwę roztworu fluorochromu o stężeniu 1 mol/litr.

Współczynnik ten dla przeciętnych używanych w praktyce fluorochromów jest rzędu  $10^5$ .

Przykładowo, bardzo jasne fluorochromy jak *fluoresceina* czy *Cy 5* mają wartości  $e$  oraz  $F$  – tab 10.1. Pomimo że oba mają zbliżoną jasność, różnią się znacznie efektywnością kwantową i ekstynkcją.

Tab. 10.1. Wartości  $e$  i  $F$  niektórych fluorochromów.

Fluorochrom/parametry	$e$	$F$
Fluoresceina	$7 \times 10^4$	0,9
Cy 5	$2 \times 10^2$	0,3

Intensywność emitowanej fluorescencji jest funkcją intensywności i długości światła wzbudzającego oraz jasności i ilości fluorochromu. W bardzo szerokim zakresie intensywności oświetlenia i stężeń fluorochromu zależność ta ma charakter liniowy (fig. 10.12). Przy stałej długości fali światła wzbudzającego oraz jego intensywności ilość emitowanych fotonów fluorescencji jest wprost proporcjonalna do ilości cząsteczek fluorochromu. Zależność traci charakter liniowy w dwóch przypadkach:

- przy bardzo wysokim natężeniu światła wzbudzającego,
- przy bardzo wysokim stężeniu fluorochromu.

W pierwszym przypadku, prawie wszystkie cząsteczki fluorochromu pozostają w stanie wzbudzenia i nie są w stanie absorbować większej ilości fotonów - następuje wysycenie.

W drugim przypadku z racji wysokiej koncentracji fluorochromu absorpcja światła następuje tylko na powierzchni roztworu, a część fotonów fluorescencji ulega reabsorpcji w roztworze.

Liniową zależność fluorescencji od stężenia fluorochromu wykorzystuje się chętnie we wszelkich oznaczeniach ilościowych różnych substancji.

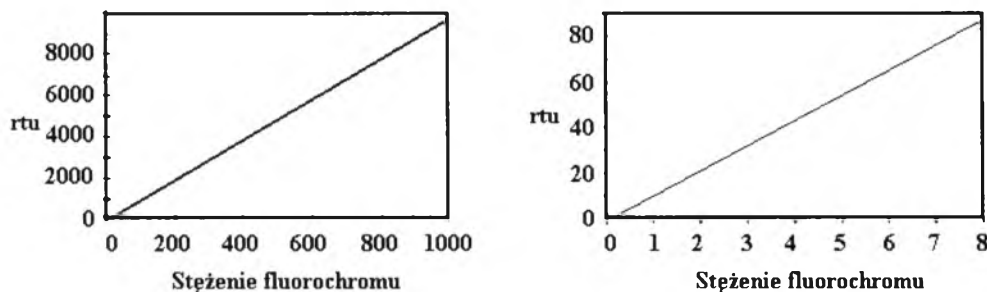


Fig. 10.12. Liniowa zależność natężenia fluorescencji (wyrażonego w *rtu* - umownej jednostce jasności fluoresceiny) od wysokiego stężenia fluorochromu (diagram po lewej) i niskiego stężenia fluorochromu (diagram po prawej).

Czynniki otoczenia zewnętrznego mogą mieć wpływ na efektywność kwantową oraz spektra absorpcyjne i emisyjne fluorochromu. Czynniki takimi mogą być:

- temperatura,
- stężenie jonów,
- pH,
- natężenie oświetlenia,
- wiązania kowalencyjne z ligandami,
- wiązania niekowalencyjne (np.: z dwuniciowym DNA).

Często wykorzystywanym zjawiskiem jest przesunięcie widm emisyjnego lub absorpcyjnego w obecności jonów np.:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{H}^{+}$ . W wyniku tego przesunięcia zmienia się intensywność fluorescencji, co może być wykładnikiem stężenia tych jonów. Innym istotnym przykładem czynnika jest wpływ światła, powodujący z czasem mniejszą intensywność fluorescencji, co określa się mianem blednięcia (*photobleaching*). Zjawisko to tłumaczy się zwiększoną reaktywnością cząstek fluorochromów w stanie wzbudzenia. Część wzbudzonych cząsteczek uczestniczy w reakcjach, które zmieniają ich strukturę. W większości przypadków jest to zjawisko niekorzystne i niepożądane zależne od danego fluorochromu, intensywności oświetlenia, obecności substancji utleniających, antyoksydantów, tlenu. Zjawisku blednięcia można zapobiec stosując czynniki chroniące, jak antyoksydanty, Vit.C, fenyloalaninę, azydki.

Przyrządem umożliwiającym efektywne zbieranie i analizowanie widm ekscytacji i emisji różnych fluorochromów zawartych w ciałach stałych jest wyspecjalizowany spektrometr o nazwie fluorolog.



## 9.2. Metody zaawansowane

### *Badanie rentgenograficzne*

Do identyfikacji pereł wykorzystuje się dwie metody rentgenograficzne:

**1. Dyfrakcyjną**, opierającą się na wykorzystaniu zjawiska dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego przez krystaliczną, aragonitową strukturę masy perłowej. Technika ta została opracowana już w 1912 roku przez Maxa von Laue. Stąd otrzymywany tą metodą obraz dyfrakcyjny bywa nazywany lauegramem. Jest to obraz dyfrakcyjny nieruchomego kryształu lub grupy jednakowo ułożonych w przestrzeni kryształów oświetlonych równoległą wiązką promieniowania rentgenowskiego i zarejestrowany na kliszy fotograficznej. Obraz dyfrakcyjny pereł bezjądrowych, niezależnie od kierunku padania promieni rentgenowskich ma symetrię heksagonalną (fig. 10.13); w perełach jądrowych obraz ten ma symetrię tetragonalną dla kierunku padania promieniowania rentgenowskiego zgodnego z warstwowaniem masy perłowej implantowanego jądra oraz heksagonalną dla kierunku padania promieniowania rentgenowskiego prostopadłego względem warstwowania masy perłowej w implantowanym jądrze pereły (fig. 10.14). Dla kierunków pośrednich będzie to

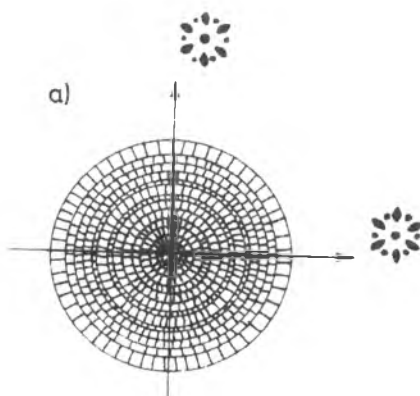


Fig. 10.13. Dyfraktogram (lauegram) pereły bezjądrowej.

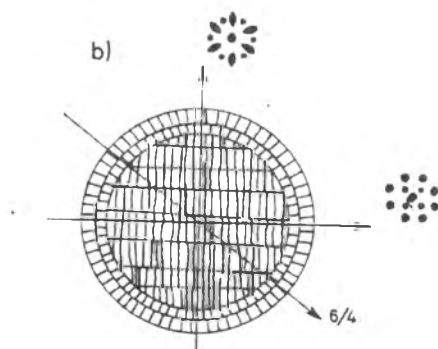


Fig. 10.14. Dyfraktogram (lauegram) pereły jądrowej.

obraz o symetrii pośredniej, powstały przez superpozycję symetrii heksagonalnej i tetragonalnej. W związku z tym, dla jednoznaczności badania należy wykonać dyfraktogramy (lauegramy) w kilku różnych kierunkach propagacji promieniowania rentgenowskiego w perle. Brak różnic symetrii dla poszczególnych kierunków jest jednoznacznym dowodem na brak w perle implantowanego jądra. Oczywiście, w przypadku natrafienia na symetrię tetragonalną, nie jest konieczne sprawdzanie symetrii w pozostałych kierunkach. Przypadkiem szczególnym jest perła naturalna słodkowodna, bezjądrowa perła hodowana oraz perły naturalne o wysokiej zawartości konchioliny. Lauegramy takich pereł mają zwykłe symetrie kolistą z lekko wzmocnionymi plamkami symetrii heksagonalnej. Lauegramy pereł *Pinna nobilis* z racji ich odmiennej struktury charakteryzują się radialnym rozmieszczeniem plamek. Metodę dyfrakcyjną stosuje się w przypadku niejednoznaczności wyników analizy radiograficznej, np. znacząca liczba pereł naturalnych na radiogramach nie ma jednoznacznie widocznego warstewkowania lub też perły hodowane mają na radiogramach implantowane jądro nie dość wyraziście widoczne. Metoda dyfraktograficzna stosowana jest szczególnie chętnie względem pereł nieprzewierconych.

Warto wspomnieć, że metodą dyfrakcyjną udało się stwierdzić występowanie dolomitu w składzie niektórych pereł i muszli małży perłorodnych (Tanaka 1960). Dolomit stwierdzono zarówno w warstwie laminarnej, jak i w warstwie pryzmatycznej pereł hodowanych z wykorzystaniem słonowodnego małża *Pinctada martensii* Doker. Ponieważ dolomit lokował się w najbardziej zewnętrznych warstewkach, należy sądzić, że doszło do bardzo wczesnej metasomatozy magnezowej kalcytu i aragonitu, standardowego budulca tego rodzaju utworów.

**2. Radiograficzną,** polegającą na prześwietleniu pereły odpowiednio dobraną dawką promieniowania rentgenowskiego (dobierane jest zarówno natężenie wiązki jak i czas naświetlania) i zarejestrowaniu wyniku na kliszy fotograficznej (fig. 10.15). Bazuje się tutaj na różnicy przenikalności promieniowania rentgenowskiego przez składniki budulcowe pereł, a szczególnie na różnicy przenikalności promieniowania rentgenowskiego przez konchiolinę i krystaliczny węgiel wapnia (aragonit, kalcyt). Konchiolina jest materiałem zdecydowanie lepiej przepuszczającym promieniowanie rentgenowskie. Oznacza to, że najjaśniejszym elementem radiogramu będzie zawsze uboga w konchiolinę słodkowodna masa perłowa sztucznego jądra, nieco ciemniejszym i pierścieniowo ustrukturyzowanym – zasobniejsza w masę perłową powłoka słonowodnych pereł hodowanych, a najciemniejszym warstwa lub warstwy złożone głównie z konchioliny. Na ten rozkład naświetlenia radiogramu, pewien, aczkolwiek minimalny wpływ wywiera także kształt pereły, powodujący, że jest ona na ogół grubsza w centrum i cieńsza ku brzegom. W związku z tym w częściach grubszych absorpcja promieniowania jest z natury rzeczy większa. Wpływ ten można zminimalizować przez dobór odpowiedniego natężenia wiązki i czasu naświetlania.

Obraz pereły naturalnej prześwietlonej promieniami Rentgena jest widoczny w ogólnym przypadku (przy niezbyt precyzyjnie dobranych warunkach naświetlania) w postaci jasnej plamy szarzejacej stopniowo i bezkontrastowo ku brzegowi (fig. 10.16 a). W lepiej dobranych warunkach naświetlania obraz słonowodnej pereły naturalnej może zawierać liczne ciemniejsze, koncentryczne pierścienie i niewielki, ciemny, naturalny zarodek. Miejsca ciemniejsze pokrywają się z warstewkami bogatszymi w konchiolinę. W porównywalnych warunkach radiogram naturalnej pereły słodkowodnej zawiera ciemniejsze koncentryczne pierścienie mniej ewidentne. W perłach hodowanych jasne jądro wykonane z słodkowodnej masy perłowej otoczone jest przez wyraźnie ciemniejszą warstewkę amorficznej konchioliny i cienką powłokę perłową o stopniu rozjaśnienia pośrednim między jasnością sztucznego jądra i warstwy konchiolinowej okrywającej bezpośrednio to jądro (fig. 10.16 b). Perły

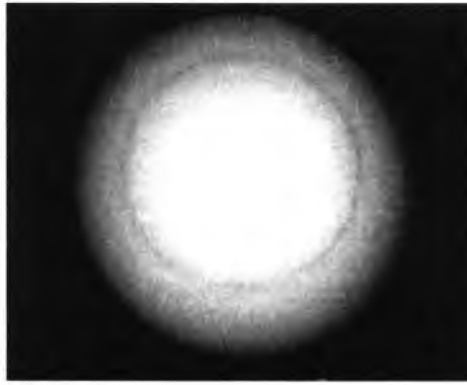


Fig. 10.15. Radiogram słonowodnej perły jądrowej.

słodkowodne mają przeważnie wyraźnie dostrzegalne jądro tkankowe (fig. 10.16 c). Perły hodowane bezjądrowe są w obrazie radiograficznym homogeniczne lub wykazują obecność ciemniejszych, koncentrycznych pierścieni i drobnego, ciemnego, nieregularnie ukształtowanego zarodka. Wygląd ich radiogramu może być bardzo podobny do radiogramu perły naturalnej. Metoda radiograficzna ma też swoje ograniczenia, np. podobne radiogramy mogą dawać perły naturalne i ich szklane imitacje. Wokół imitacji szklanych wykonanych z materiałów o podobnej przepuszczalności względem promieniowania rentgenowskiego jak masa perłowa można obserwować na radiogramach dość charakterystyczne „halo” wywołane przez nałożoną emalię perłową lub inną powłokę imitującą właściwości optyczne perły.

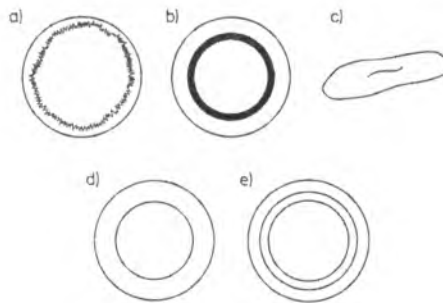


Fig. 10.16. Radiogramy pereł: a – naturalnych słonowodnych (obraz diagnostyczny), b – hodowanych słonowodnych (obraz diagnostyczny), c – hodowanych słono- i słodkowodnych bezjądrowych, czyli o jądrze tkankowym (obraz diagnostyczny), d – naturalnych słonowodnych (obraz niediagnostyczny), hodowanych słonowodnych (obraz niediagnostyczny).

Niejednoznaczne, niepewne w interpretacji radiogramy mogą dawać też perły naturalne i hodowane (fig. 10.16 c, d), zwłaszcza wówczas gdy warunki wzrostu pereł były niezbyt stabilne. Bardzo jednoznaczne są natomiast radiogramy pereł barokowych (fig. 10.17) i *keshi* (fig. 10.18). Radiogram może być przydatny także do identyfikacji barwienia przy użyciu azotanu srebra, gdyż sole srebra nie są przepuszczalne dla promieniowania rentgenowskiego. Opisy i rysunki przytoczonych w tekście radiogramów odnoszą się do interpretacji negatywów. W przypadku ich kopii na papier relacje stają się odwrotne, tj. substancja

organiczna (konchiolina) jest na nich jaśniejsza, a substancja krystaliczna (kalcyt, aragonit) – odpowiednio ciemniejsza.



Fig. 10.17. Radiogram perły barokowej; widoczne sztuczne jądro, przemieszczony woreczek perłowy i ekscentrycznie narośnięta powłoka perłowa

Wielką zaletą metody radiograficznej jest możliwość jednoczesnego testowania bardzo wielu pereł, np. garniturów perłowych (fig. 10.19) oraz możliwość badania pereł oprawionych bez konieczności wyjmowania ich z oprawy (fig. 10.20).

W ostatnich latach na znaczeniu zyskały słodkowodne bezjądrowe perły chińskie z regionu Shangai. Można nawet zaryzykować twierdzenie, że stały się poważnym konkurentem pereł słonowodnych. Z uwagi na budowę są ładząco podobne do pereł naturalnych; również w badaniach rentgenograficznych. Bywają nieformalnie nazywane „czystymi perłami”. Ich wielkość oscyluje od 2-12 mm, najczęściej jednak od 4-7mm, a niektóre bywają nawet idealnie okrągłe. Mogą mieć różne barwy, najczęściej jednak białe do kremowych, rzadziej żółte, pomarańczowe i purpurowe. Połysk nadaje się im przez bębnowanie w siece roślinnej. Ich hodowla trwa od 2-6 lat. Do hodowli używa się dużego małża *Hyriopsis cumingi*, który zdolny jest przyjąć nawet do 30 wszczepów tkankowych o

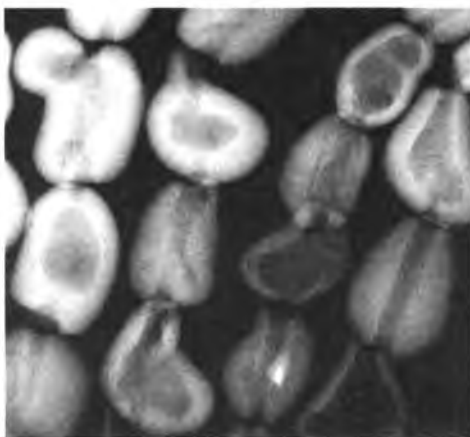


Fig. 10. 18. Radiogram słonowodnej perły typu *keshi*; widoczne nieregularne jądro tkankowe i narośnięta nań powłoka perłowa.

wielkości 2-3 mm. Wszczepu dokonuje się bezpośrednio w tkankę płaszczową, a nie w gonadę, jak u małży słonowodnych. By przezwyciężyć trudności w rentgenograficznej identyfikacji takich pereł do ich wykrycia używa się specjalnych, wysokiej jakości, drobnoziarnistych błon fotograficznych, a interpretacji radiogramów dokonuje się przy pomocy 10-12x powiększeń. Ponadto dla każdej perły wykonuje się przeważnie po kilka radiogramów, prześwietlając ją z różnych stron. W rezultacie można wytworzyć obraz przestrzenny takiej perły. Na tego rodzaju radiogramach są widoczne nawet bardzo subtelne różnice budowy pereł; tym samym daje to możliwość ich poprawnej identyfikacji.

Do naświetleń pereł promieniami rentgenowskimi używane są specjalnie w tym celu skonstruowane urządzenia (fig. 10.21). Dają one możliwość łatwego sterowania czasem ekspozycji i natężeniem promieniowania.

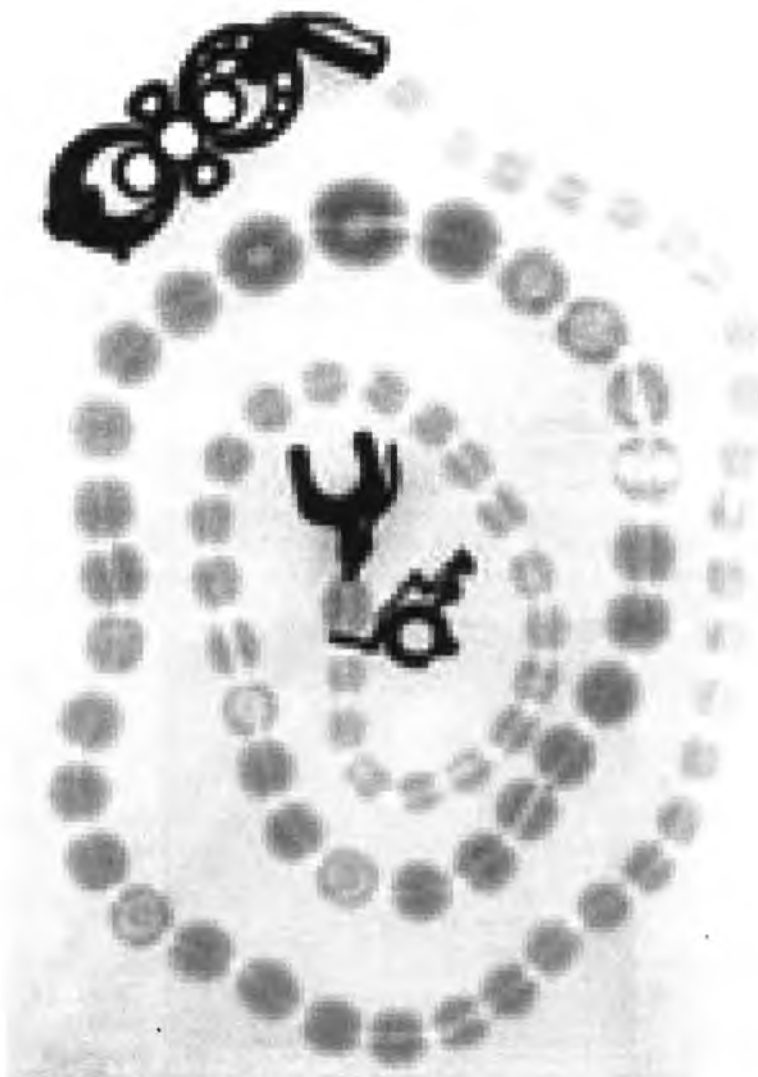


Fig. 10.19. Radiogram garnituru z pereł (znaczną część – pereły naturalne).

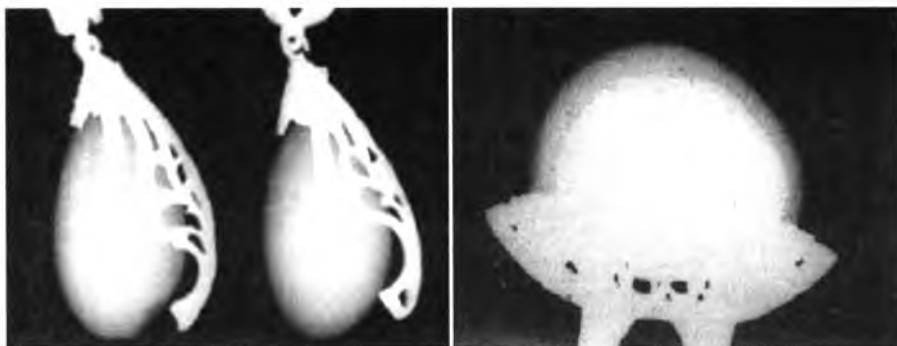


Fig. 10.20. Radiogram dwu pereł naturalnych oprawionych w kolczyki (po lewej) i perły *mabe* oprawionej w pierścionek (po prawej).

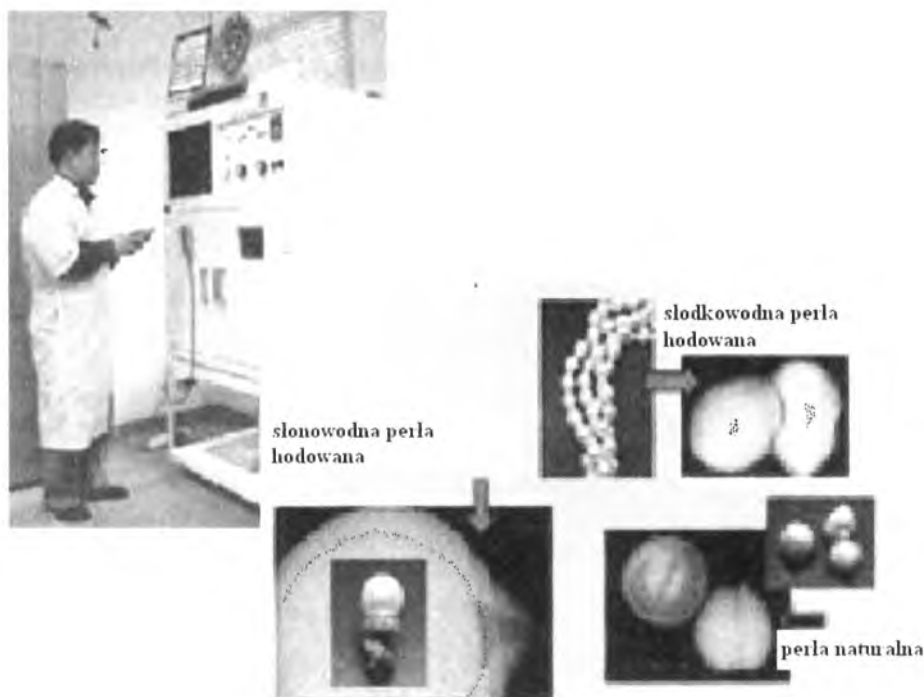


Fig. 10.21. Przyrząd do naświetlania pereł promieniami rentgenowskimi (Bangkok, Tajlandia).

### Fluorescencja rentgenowska (EDXRF)

Jest to jedna z metod szybkiej analizy chemicznej. Czasem bywa określana mianem analizy chemicznej w 5 sekund. Polega na pobudzeniu rentgenowskiego promieniowania charakterystycznego danego materiału, np. perły, poprzez umieszczenie go w strumieniu wysokoenergetycznych fotonów (kwantów gamma lub promieni rentgenowskich z lampy rentgenowskiej). Umożliwia ona identyfikację związków chemicznych przez pomiar długości



Fig. 10. 22. Spektrometr fluorescencji rentgenowskiej (EDXRF - Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometr).

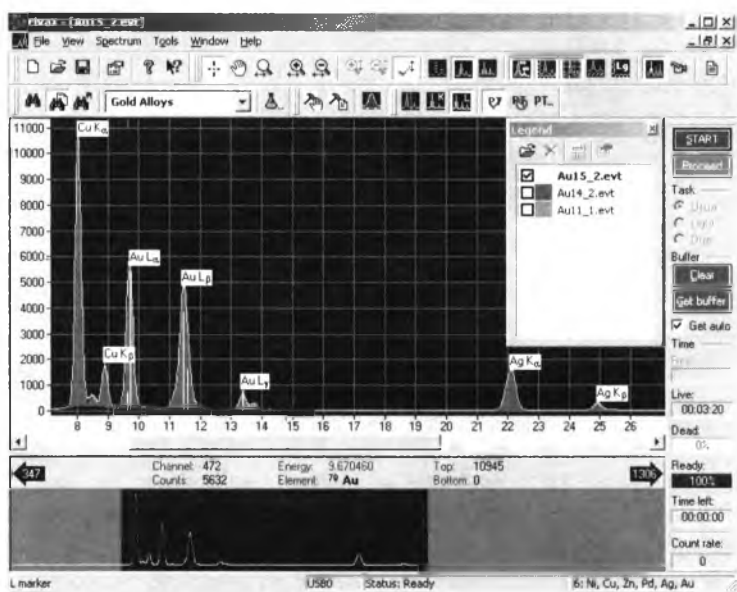


Fig. 10.23. Okno dialogowe programu interpretującego wyniki spektralnej analizy fluorescencji rentgenowskiej (EDXRF)

fali emitowanych przez te związki, na skutek naświetlania ich lampą emitującą promieniowanie rentgenowskie. Linie wchodzące w skład widma pobudzonego rentgenowsko materiału informują o jego składzie pierwiastkowym, a ich natężenie jest adekwatne do ich zawartości. Identyfikowane w ten sposób mogą być pierwiastki o liczbie atomowej większej od 11 (Na). Energia padających fotonów musi być wyższa od energii analizowanego

promieniowania charakterystycznego. Do rejestracji promieniowania fluorescencji rentgenowskiej stosuje się spektrometry rentgenowskie z detektorami półprzewodnikowymi (fig. 10.22). Odpowiednia kalibracja spektrometru, przyrządu dokonującego akwizycji widma fluorescencji rentgenowskiej, pozwala przejść od obserwowanych natężeń linii widmowych promieniowania charakterystycznego do koncentracji pierwiastków w badanym materiale. Dla poszczególnych pierwiastków charakterystyczne są określone linie widmowe (fig. 10.23). Metoda jest bardzo czuła i umożliwia oznaczenie obecności nawet bardzo niewielkich ilości określonego pierwiastka. Metoda nie wymaga specjalnego przygotowania badanego obiektu i co ważniejsze nie uszkadza go w najmniejszym stopniu.

Oznaczywszy w ten sposób skład chemiczny perły, a zwłaszcza garnitur pierwiastków śladowych, można na podstawie dokładnej znajomości składu chemicznego perły jednoznacznie rozstrzygnąć jej przynależność do pereł słodko- i słonowodnych. Pereł słodkowodne wyróżniają się np. zdecydowanie większą zawartością manganu w masie perłowej. Stąd metoda ta jest rutynowo używana przez wiele laboratoriów gemmologicznych do rozróżniania pereł słodko- i słonowodnych oraz pereł naturalnie czarnych od barwionych azotanem srebra. W tych ostatnich w analizie spektralnej ujawni się oczywiście srebro, którego nie będzie w analizie spektralnej pereł naturalnie czarnych.

#### Katodoluminescencja (CL); katodoluminoskop

Polega na emisji światła przez ciała stałe na skutek wzbudzenia wiązką elektronów. Czynniki wpływające na barwy oraz intensywność katodoluminescencji podzielono na:

- wewnętrzne, czyli defekty w strukturze kryształu,
- zewnętrzne, czyli domieszki różnych pierwiastków.

Jest bardzo wiele pierwiastków, które mają wpływ na katodoluminescencję. Wyróżniono:

- aktywatory to pierwiastki wywołujące katodoluminescencję (Mn, Pb, Cu, Zn, Ag, Bi, oraz pierwiastki ziem rzadkich),
- koaktywatory to pierwiastki, których obecność wzmacnia działanie aktywatorów (Pb, Ce, niektóre pierwiastki ziem rzadkich),
- inhibitory to pierwiastki tłumiące katodoluminescencję (Fe, Ni, Co).

Problem wpływu różnych pierwiastków na katodoluminescencję jest bardzo złożony, gdyż w jednym mineralu występują zwykle aktywatory i inhibitory, a więc pierwiastki działające w przeciwnych kierunkach. Zjawisko nie jest jeszcze do końca w pełni zrozumiałe, np. nie



Fig. 10.24. Katodoluminoskop (mikroskop petrograficzny, przystawka CL, kamera VHS, komputer)



bardzo wiadomo dlaczego intensywność katodoluminescencji może się zmniejszać podczas wykonywania badania, czasem w sposób nieodwracalny. Dopiero po ponownym wypolerowaniu powierzchni wraca ona do poprzedniego poziomu.

Badania katodoluminescencji można prowadzić na aparaturze współpracującej ze zwykłym mikroskopem polaryzacyjnym (katodoluminescencja „zimna”, katodoluminoskop, fig. 10.24) lub też przy użyciu odpowiedniej przystawki w mikroskopie elektronowym (katodoluminescencja „gorąca”). W pierwszym przypadku uzyskujemy kolorowy obraz katodoluminescencji, natomiast w technice skaningowej obraz jest czarno-biały, ale można wówczas rejestrować widmo światła emitowanego przez dany minerał.

Metoda ta może być wykorzystywana do odróżniania pereł słodkowodnych od słonowodnych. Pereł słodkowodne zawierają w aragonicie masy perłowej jony manganu aktywujące katodoluminescencję barwy zielonej (fig. 10.25, 10.26). Przetestowano pod tym kątem słodkowodne pereł hodowane w Chinach i słodkowodne pereł naturalne ze Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej. Okazało się, że istnieje możliwość odróżniania jednych od drugich, gdyż hodowane pereł słodkowodne z Chin zawierają w części centralnej nieco kalcytu, którego jony manganu aktywują katodoluminescencję barwy żółtopomarańczowej, podczas gdy naturalne słodkowodne pereł z Mississippi prawie go nie zawierają. Ponadto w hodowanych słodkowodnych perełach chińskich obserwuje się stopniowy ubytek jonów

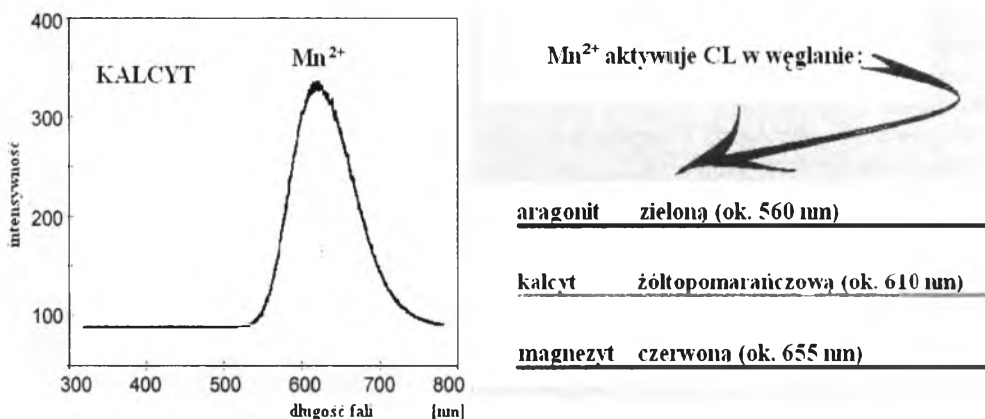


Fig. 10.25. Widmo emisyjne i barwa katodoluminescencji aktywowanej  $Mn^{2+}$  w węglanach.

manganu ku brzegom pereł., co skutkuje zmniejszeniem natężenia zielonej barwy katodoluminescencyjnej. Koncentracja jonów  $Mn^{2+}$  w naturalnych perełach słodkowodnych z dorzecza Mississippi jest natomiast dość równomiernie rozłożona od centrum ku brzegom pereł. Rozróżnienia tego można dokonać bez konieczności cięcia, szlifowania i polerowania próbek, zabiegów standardowo stosowanych w tego rodzaju badaniach. Okazują się, że katodoluminescencja zielona (560nm) wzbudzana na powierzchni naturalnych pereł z Mississippi jest zdecydowanie intensywniejsza niż katodoluminescencja z takich samych powierzchni hodowanych pereł chińskich. Z zebranych dotychczas danych wynika, że pereł chińskie zawierają zdecydowanie mniej jonów manganu w powierzchniowych warstwach masy perłowej niż naturalne pereł amerykańskie.



Fig. 10.26. Katodoluminescencja naturalnej perły typu *blister* (aragonit aktywowany  $Mn^{2+}$ ) z dorzeczca Mississippi (USA).

#### Skaningowy mikroskop elektronowy (SEM)

Mikroskop elektronowy oparty jest na koncepcji mikroskopu optycznego. W miejsce światła, do tworzenia obrazu używa się strumienia elektronów. W próżni strumień elektronów mogą być traktowane jak promienie świetlne, poruszają się bowiem po linii prostej. Soczewki magnetyczne, tzn. odpowiednio ukształtowane pola magnetyczne, z powodzeniem pełnią rolę soczewek optycznych. Dzięki temu elektrony mogą tworzyć obraz określonego obiektu powiększony nawet kilkaset tysięcy razy. Można go oglądać np. na ekranie luminescencyjnym. Zdolność rozdzielcza mikroskopu elektronowego ograniczona jest dyfrakcją promieni tworzących obraz. Mikroskop elektronowy umożliwia obserwowanie znacznie mniejszych obiektów niż mikroskop optyczny, gdyż fale elektronowe mają znacznie mniejszą długość niż fale świetlne. Istnieje wiele typów mikroskopów elektronowych. W badaniu powierzchni różnych materiałów najbardziej przydatne są elektronowe mikroskopy

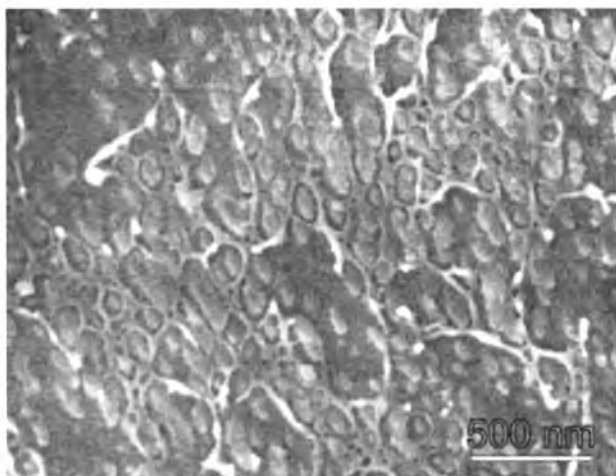


Fig. 10. 27. Powierzchnia powłoki perłowej *perły mabe* (*abalone*).

skaningowe. W konstrukcjach tych nad próbką przesuwana jest sonda skanująca, wysyłająca wiązkę elektronów. Zebrane w ten sposób informacje o powierzchni próbki przetwarzane są na obraz.

Na podstawie badań skaningowym mikroskopem elektronowym powierzchni niektórych pereł można sądzić, że jest ona nieco różna i zależna od gatunku mięczaka perlorodnego oraz warunków panujących w środowisku jego bytowania (fig. 10.27., 10.31). W ten sposób da się również dostrzec oznaki różnych zabiegów stosowanych wobec pereł, np. oznaki polerowania. Badań tego typu nie ma jeszcze zbyt wiele. Niemniej dotychczasowe rezultaty są interesujące i zachęcające. Na przykład porównanie wielkości płytek aragonitowych tworzących wierzchnią warstwę powłoki perłowej słodkowodnych pereł hodowanych z Chin z analogiczną cechą naturalnych pereł słodkowodnych z dorzecza Mississippi wskazuje, że te ostatnie są wyraźnie większe. Wyjaśnia to zresztą wrażenia odnoszone podczas obserwacji optycznej powierzchni owych pereł; powierzchnia hodowanych słodkowodnych pereł chińskich daje nieodparte wrażenie miękkości i większej „delikatności” w porównaniu z bardziej „szorstką” powierzchnią naturalnych słodkowodnych pereł amerykańskich.

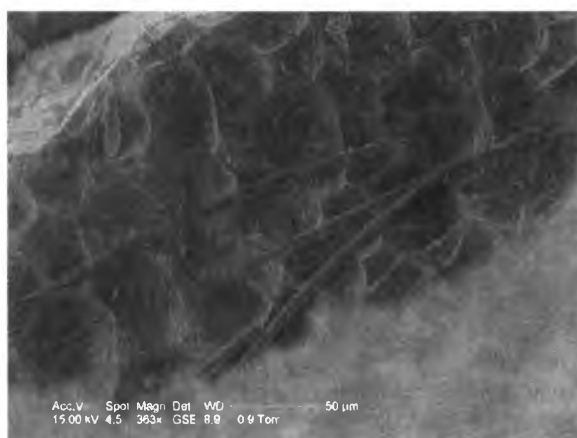


Fig. 10.28. SEM. Łuskowate płytki aragonitu w masie perłowej *Haliotis (abalone)*.

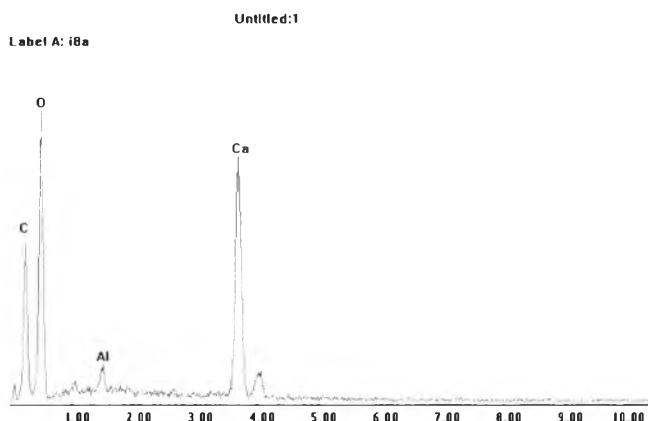


Fig. 10. 29. SEM. Analiza jakościowego składu chemicznego w mikroobszarze przy pomocy EDS.



Fig. 10.30. Przełam masy perłowej *Haliotis* (*abalone*).

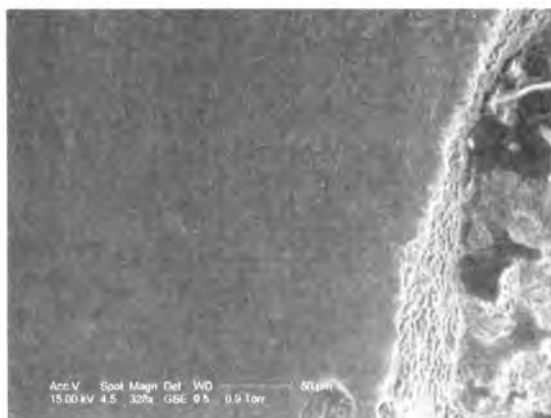


Fig. 10.31. SEM. Powierzchnia masy perłowej *Haliotis iris* (*abalone*).

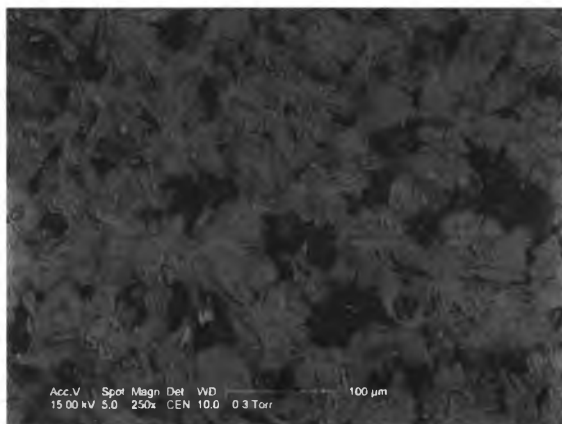


Fig. 10.32. Powierzchnia masy perłowej *Haliotis iris* (*abalone*).

Dodatkowo można się wspomagać analizą składu chemicznego w mikroobszarze (fig. 10.29). Ciekawe rezultaty osiąga się analizując przełamy mas perłowej różnych mięczaków perłorodnych. Istnieją pewne możliwości wykorzystania takich obserwacji do identyfikacji masy perłowej i pereł (fig. 10.28, 10.30). Jednak do takiej identyfikacji należy podchodzić z dużą ostrożnością, gdyż nawet w tej samej muszli czy perle można znaleźć zarówno obszary gładkie, nawet w skali mikronowej (fig. 10.31), jak i obszary „szorstkie”, usiane licznymi kryształkami aragonitu (fig. 10.32).

#### *Ramanowski spektrometr laserowy*

Jest to przyrząd przydatny do wykrywania niektórych procedur poprawiania pereł; bywa skuteczny w sytuacjach, gdy inne metody zawodzą.

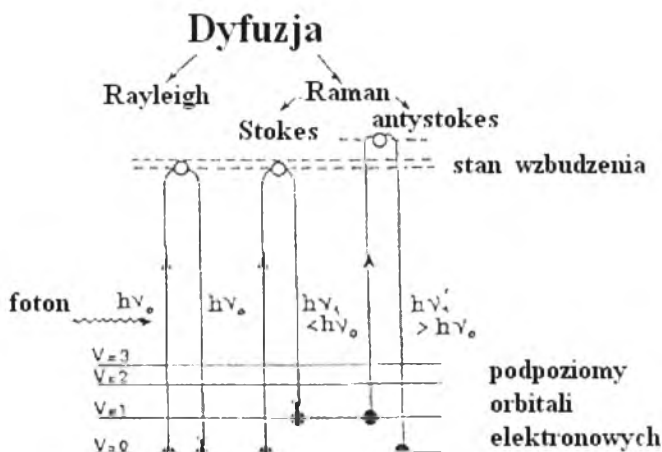


Fig. 10.33. Rozpraszanie rayleighowskie i ramanowskie (stokesowskie i antystokesowskie).

Zjawisko Ramana jest jednym z przypadków rozpraszania światła. Rozpraszanie światła to wzajemnie oddziaływanie światła z materią prowadzące do zjawiska nieuporządkowanej, częściowej zmiany kierunku rozchodzenia się światła, obserwowanego jako świecenie ośrodka rozpraszającego. Istnieje rozpraszanie światła sprężyste (bez zmiany długości fali światła), czyli tzw. rozpraszanie Rayleigha - światło rozproszone i padające są ze sobą spójne oraz rozpraszanie światła niesprężyste (ze zmianą długości fali światła i jej fazy), czyli np. zjawisko Ramana bądź też efekt Comptona). Zjawisko Ramana, zwane też rozpraszaniem ramanowskim, to rozpraszanie światła połączone ze zmianą częstotliwości. Na skutek zjawiska Ramana w widmie rozproszonego światła mogą pojawiać się linie widmowe, przy czym odpowiadająca im częstotliwość jest kombinacją (sumą lub różnicą) częstotliwości fali padającej i częstotliwości widm rotacyjnych lub oscylacyjnych molekuly rozpraszającej. Linie o częstotliwościach mniejszych od częstotliwości fali padającej nazywane są liniami stokesowskimi, a o częstotliwościach większych – antystokesowskimi (fig. 10.33). Natężenie linii widmowych powstających w wyniku zjawiska Ramana jest małe, a ich szerokości są względnie duże (fig. 10.34). Zjawisko Ramana wykorzystuje się do wykrywania obecności wybranych substancji w próbce (tzw. analiza ramanowska) oraz do badania struktury molekuł. Służy temu przyrząd zwany laserowym spektrometrem ramanowskim (fig. 10.35). Obiekty poddawane badaniu mikrosondą ramanowską nie wymagają specjalnego przygotowania (obróbki) i mogą być badane w atmosferze powietrza przy normalnym ciśnieniu atmosferycznym. Ich wielkość może być dowolna, gdyż badaniu mogą być poddane

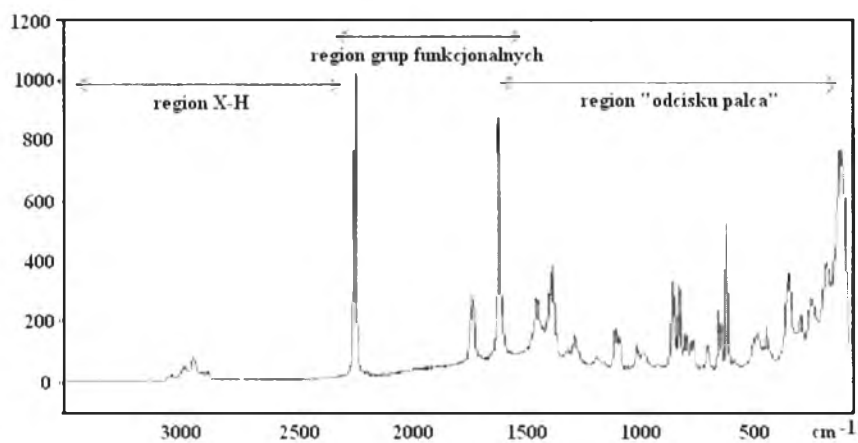
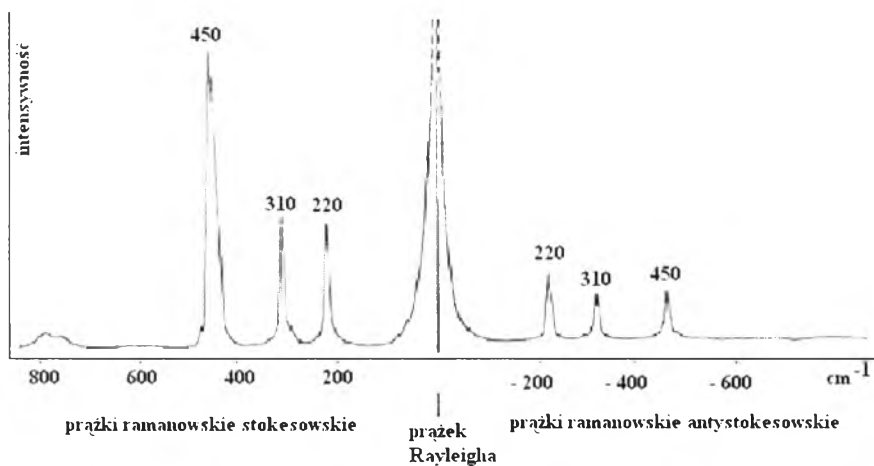


Fig. 10.34. Wzorcowe widmo promieniowania ramanowskiego.

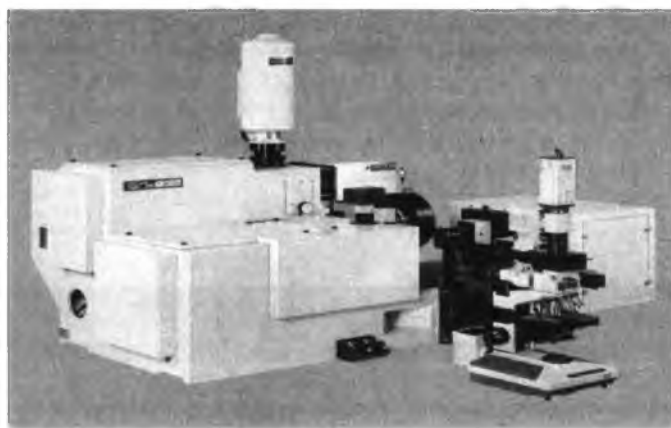


Fig. 10.35. Ramanowski wielokanałowy spektrometr laserowy (T64000 Jobin-Yvon, ISA).

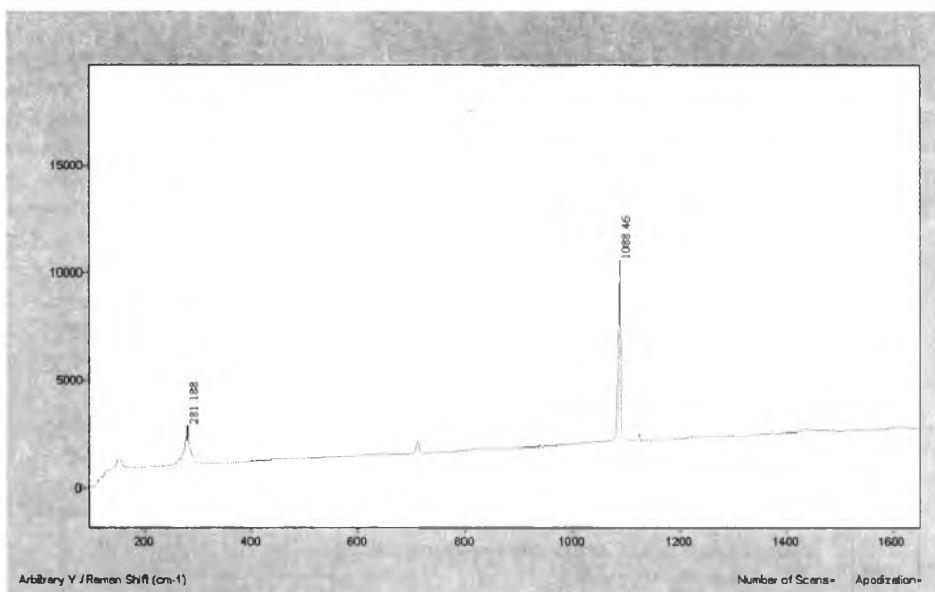


Fig. 10.36. Widmo ramanowskie kalcytu tworzącej masywną warstwę o miąższości około 0,01 mm w masie perłowej *Haliotis iris*.

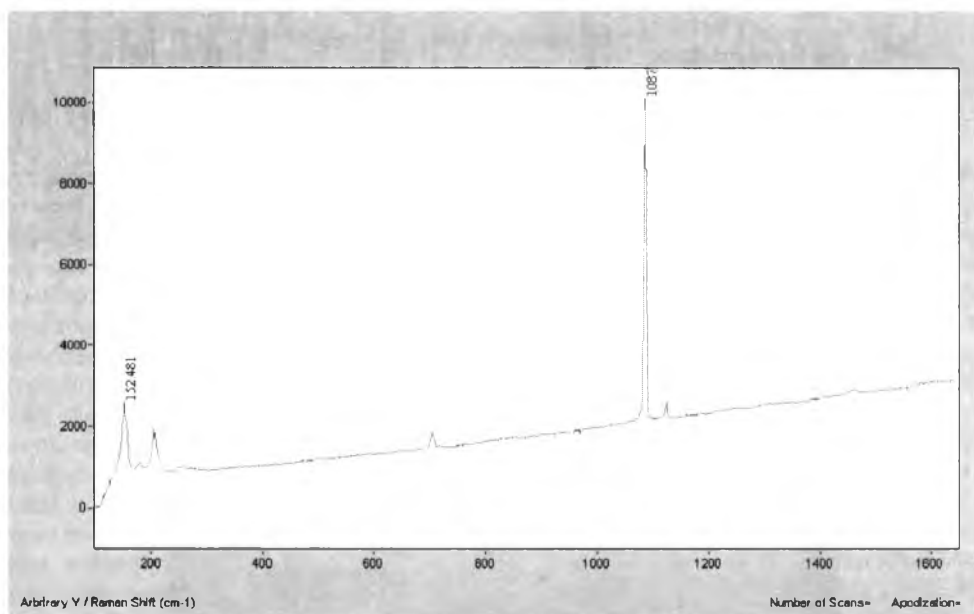


Fig. 10.37. Widmo ramanowskie aragonitu tworzącej płytkową masę perłową *Haliotis iris*.

obiekty zarówno mikronowych wielkości, np. mikroinkluzyje, jak wielocentymetrowej wielkości, np. duże kawałki masy perłowej. W większości przypadków laserowa mikrosonda ramanowska dostarcza widma, którego ogólny wygląd pozwala zaliczyć już badany obiekt do określonej grupy (fig. 10.36, 10.37). Na podstawie szczegółowej charakterystyki widma (rozmieszczenia, intensywności i ilości pasm) można określić bardzo dokładnie rodzaj materiału tworzącego badany obiekt, a niekiedy również jego orientację krystalograficzną. Warto pamiętać, że intensywność względna niektórych pasm widmowych zależy znacząco od orientacji krystalograficznej obiektu i że jakość uzyskanego widma warunkowana jest też parametrami pracy laserowej mikrosondy ramanowskiej. Przyrząd ten może być wykorzystywany również dla uzyskiwania informacji ilościowych o składzie chemicznym badanego materiału. W takich sytuacjach konieczne jest posiadanie widm wzorcowych, reprezentujących określone zawartości badanego substratu w obiekcie. Toteż dużym ułatwieniem w interpretacji pozyskanych widm jest posiadanie odpowiedniego zbioru widm wzorcowych. Laboratoria wyspecjalizowane w takiej działalności na ogół posiadają już tego rodzaju katalog, aczkolwiek potrzeba jeszcze wiele czasu i nakładów, by zarejestrować i zinterpretować widma ramanowskie wszystkich materiałów gemmologicznych oraz zawartych w nich wtrąceń.



## 11. Ocena pereł

Równie ważna jak znajomość rodzaju i kategorii perły jest znajomość jej wartości, a ta wynika przede wszystkim z jej jakości. Ta z kolei warunkuje piękno perły. Podobnie jak istnieją znaczne różnice w jakości diamentów i kamieni kolorowych wpływające na ich piękno i chęć posiadania (popyt), a tym samym i na ich cenę, istnieją także znaczne różnice w jakości pereł, wpływające znacząco na ich piękno i pragnienie posiadania (popyt), a tym samym i na ich cenę. Ocena jakości perły jest niezwykle ważna, w istocie dużo ważniejsza niż ocena jakości diamentów czy kamieni kolorowych, gdyż z oceny tej wynika także, jak długo perła pozostanie piękna, niezmieniona. Zatem ocena jakości perły jest pośrednio także oceną jej trwałości. Jak dowodzi wielowiekowe doświadczenie, piękna perła przy starannej pielęgnacji jest w stanie wytrzymać próbę czasu; jest wysoko ceniona i przekazywana jak bezcenny skarb troskliwie z pokolenia na pokolenie. Perły niskiej jakości tracą swe walory stosunkowo szybko; niektóre z nich nawet już po upływie paru miesięcy od momentu wyłuskania z mięczaka. Każdy hodowca pereł musi ciągle decydować, jak najlepiej zrównoważyć wszystkie czynniki oddziaływujące na jakość jego produktu finalnego, tak by perła była zarazem i piękna i po przystępnej cenie, a jednocześnie by nie ponosić niepotrzebnego ryzyka pogorszenia jej jakości. Hodowla to prawdziwy hazard. Im dłużej perła pozostaje w mięczaku, tym większe ryzyko potencjalnej straty w przypadku szerzenia się chorób zakaźnych lub innego nieszczęścia naturalnego, np. niszczyielskiego tajfunu. Jednocześnie dłuższy czas hodowli oznacza grubszą powłokę perłową i potencjalnie lepszy połysk utrzymujący się dłużej w perle, ale może oznaczać także niekorzystny wpływ na formę, barwę i jakość powierzchni perły, gdyż na przykład powłoka perłowa nie rozpoczyna swego wzrostu od powierzchni wszczepionego jądra dokładnie w tym samym momencie i nie rozrasta się we wszystkich kierunkach dokładnie w tym samym tempie; przy długim czasie kultywacji perły rośnie także potencjalne ryzyko zakłóceń wzrostu masy perłowej wywołanych różnymi przyczynami środowiskowymi (ich zapisem są różnorakie wady formy, barwy i powierzchni wyhodowanej perły). Hodowca pereł musi zatem nieustannie równoważyć potencjalne ryzyko z potencjalnymi korzyściami celem ich optymalizacji, a brak niestety ku temu standardowych racjonalnych wskaźników. Niektórzy hodowcy podejmują więc większe ryzyko niż inni, pozwalając perle możliwie długo rosnąć w łonie mięczaka; ich celem jest hodowla możliwie najpiękniejszych pereł; siłą rzeczy są to perły niezbyt liczne i kosztowne. Inni decydują się na minimalizację ryzyka, skracając czas hodowli do minimum; siłą rzeczy otrzymują perły miernej jakości, a tym samym dość tanie, jednakowoż liczne. Współcześnie okres hodowli u większości hodowców został zredukowany z około 18 miesięcy do około 12 miesięcy; niektórzy hodowcy skracają ten czas nawet do mniej niż 8 miesięcy. Chociaż ulepszenia w żywieniu i staranniejsza opieka dały w rezultacie polepszenie jakości powłok perłowych pereł hodowanych, to większość ekspertów uważa, że okresy hodowli stosowane współcześnie są zbyt krótkie dla wytworzenia powłok perłowych na tyle grubych, by zapewnić zadowalającą trwałość ich własności fizycznych; tym samym rodzi się pytanie o ceny pereł, a odpowiedzią jest coraz wyraźniejsza ich obniżka. Wiele pereł oferowanych współcześnie ma niedostateczną grubość powłoki perłowej by zapewnić trwałości ich piękna, inne piękne na pierwszy rzut oka, tylko o nieco grubszej powłoce, też nie wytrzymują testu czasu. To jest powodem, że przy wyborze pereł coraz większą wagę przykładają do grubości powłoki perłowej. Na szczęście jest to właściwość, którą można ocenić bez większych trudności, przy pomocy łatwo dostępnych narzędzi, np. lupa, mikroskop gemmologiczny, neoendoskop, radiogram.

Przy ocenie pereł naturalnych i hodowanych bierze się pod uwagę zarówno kryteria ilościowe (obiektywne), jak i jakościowe (subiektywne).

Najczęściej uwzględniane kryteria ilościowe (obiektywne) pereł to:

- wielkość perły (wyrażana poprzez średnicę lub rzadziej poprzez jej masę),

- forma (kształt, symetria formy),
- grubość i budowa korteksu (powłoki w perłach hodowanych),
- wielkość i charakter jądra (w perłach hodowanych),
- wzajemne relacje powłoki i jądra,
- gęstość względna perły,
- skład chemiczny perły,
- twardość.

Do najczęściej uwzględnianych kryteriów jakościowych (subiektywnych) pereł należą:

- barwa,
- połysk,
- orient/overton (jeśli występują),
- stan i charakterystyka powierzchni perły (cechy powierzchni),
- rodzaj i rezultat zastosowanych metod poprawiania.

Tab. 11.1. Zintegrowany system oceny perły jasnej typu *akoya*

Klasa perły	Połysk	Powłoka perłowa	Jakość powierzchni	Forma/kształt	Barwa	Dopasowanie
A do A+	średni do dobrego	średnia	niewielko plamista	bliska okrągłej	biała, średnio kremowa, cielistą, i różową, szary lub zielony overton	dobry
AA do AA+	dobry do wysokiego	średnia do grubej	mało plamista do niewielko plamistej	prawie okrągła	biała, średnio kremowa, cielistą, i różową, szary lub zielony overton	dobry do bardzo dobrego
AAA do AAA+	bardzo wysoki do doskonałego	gruba do bardzo grubej	bez plam do bardzo mało plamistej	okrągła	biała, cielistą z jasnym różowym lub szarym overtonem	Bardzo dobry do doskonałego

Logicznym następstwem oceny pereł jest ich wycena. Przy wycenie pereł postępuje się bardzo podobnie jak przy ocenie; uwzględniane są zarówno kryteria ilościowe (obiektywne), jak i jakościowe (subiektywne). Z kryteriów ilościowych bierze się pod uwagę:

- wielkość perły (wyrażoną poprzez średnicę perły lub znacznie rzadziej poprzez masę perły),
- formę perły (kształt, symetria),
- grubość powłoki (w perłach hodowanych).

Z kryteriów jakościowych uwzględnia się:

- barwę,
- połysk,
- orient/overton (jeśli występują),

- stan powierzchni perły.

Jako kryterium, mogące mieć niekiedy bardzo znaczący wpływ na wartość obiektu, uwzględnia się również:

- rzadkość występowania,

- dobór i kompozycję pereł w wyrobie (w przypadku wyrobów składających się z wielu pereł, np. garnitur, naszyjnik, kolia, kolczyki).

By w pełni zdać sobie sprawę z jakości perły, trzeba określić jej własności względem perły wzorcowej w danej kategorii, tj. o najbardziej pożądanych i oczekiwanych parametrach

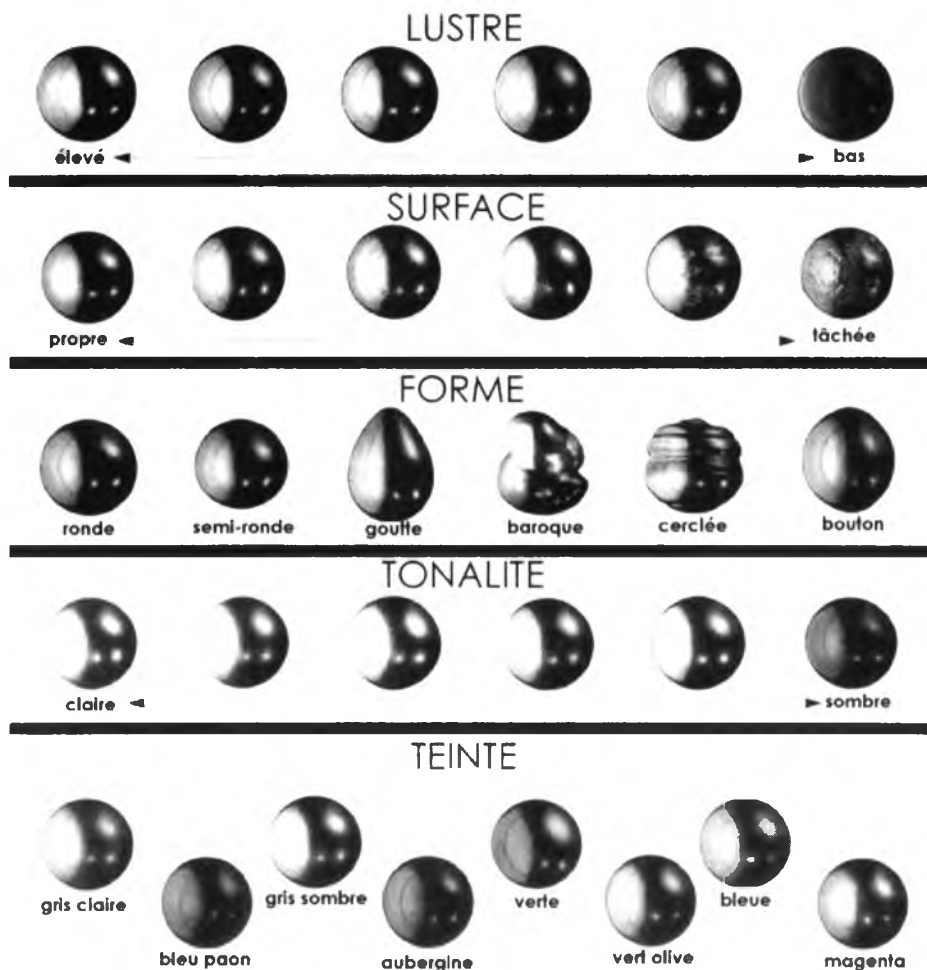


Fig. 11.1. Wzorec stosowany względem pereł polinezyjskich (tzw. „czarnych” pereł Tahiti).  
 Objaśnienia: lustre – połysk (élevé – wysoki, bas – niski), surface – powierzchnia (propre – czysta, tachée – plamista), forme – kształt (ronde – kulista, samironde – półkulista, goutte – kopa, baroque – barok, cerclee – bączek, bouton – guzik), tonalite – ton (claire – jasny, sombre – ciemny), teinie – barwa (gris clair – jasnoszara, gris sombre – ciemnoszara, verte – zielona, bleue – niebieska, bleu paeon – niebieska pawia, aubergine – oberżyny, vert olive – oliwkowa, magenta – amarantowa).

jakościowych, czyli w istocie ustalić istniejące w tym względzie różnice między perłą ocenianą, a perłą wzorcową, nieomalże idealną. Warto podkreślić, że te same kryteria używane są do oceny perły naturalnej i hodowanej; różnica polega przede wszystkim na ostrości norm stosowanych względem pereł naturalnych i hodowanych dla zaliczenia ich do odpowiedniej klasy jakości, np. pereł „pięknych”, „przeciętnych” czy też „kiepskich” albo pereł klasy „tryplet A” (AAA), AA+, „dublet A+”, (AA+), „dublet A” (AA), „singiel A+” (A+) czy też „singiel A” (A).

W dalszej części rozdziału omówione będą kryteria oceny jakościowej i wartościowej pereł głównie w odniesieniu do pereł hodowanych. Należy jednak pamiętać, że aktualnie nie ma międzynarodowego systemu oceny pereł. Producenci, hurtownicy i detaliści obrotu perłami używają często swych własnych systemów oceny (tab. 11.1), choć stosowana nomenklatura bywa myląco podobna i opiera się np. na gradacji AAA (tryplet A), AA (dublet A), A (singiel A), B lub C, to póki co nie są one jednak oparte na tych samych normach i standardach; w rezultacie mimo podobnego nazewnictwa i symboliki nie odzwierciedlają one porównywalnej czy nawet podobnej jakości (fig 11.1, 11.2). Brak standaryzacji kryteriów powoduje, że jakość kryjąca się pod tymi samymi nazwami i symbolami u różnych oferentów pereł może być zupełnie różna; zdarza się, że to co jest oferowane jako perła o jakości „tryplet A” stanowi ekwiwalent tego, co u innego oferenta jest oznaczone zaledwie symbolem B lub nawet C. Nie można zatem oczekiwać, że dokona się właściwego porównania pereł bazując na dość już rozpowszechnionej nomenklaturze i symbolice. W przypadku pereł nadal niezbędne jest nauczanie się ich oceny i poleganie na tej ocenie. Jest to fundament pomyślności we wszelkiej działalności z perłami.

Bazując na dokonanej identyfikacji perły, np. naturalna, hodowana, jądrowa, bezjądrowa, można wykonać ocenę jakości perły. W Japonii, ojczyźnie perły hodowanej, przyjęto w 1995 r. następującą formułę oceny jakości perły:

$$4S + 2C,$$

gdzie:

- S (size) - średnica,
- S (shape) - forma,
- S (spot) – jakość powierzchni,
- S (shining) - połysk i/lub orient,
- C (color) – barwa,
- C (coating) – grubość powłoki.

Nie jest to jednak jedyna możliwa formuła stosowana dla oceny pereł. Zauważa się wyraźną tendencję do jej poszerzenia, np. o ocenę doboru pereł (kompletację) w wyrobach składających się z większej liczby pereł czy też o rzadkość występowania określonego typu i gatunku pereł, staranność wykonania niezbędnych czynności dla skonstruowania wyrobu zawierającego perły, np. jakość odwiertu wykonanego w perle, jakość wiązania czy też osadzenia perły w wyrobie.

Grubość powłoki perłowej i jej jakość mają większy wpływ na piękność perły niż inne kryteria oceny perły, a w przypadku perły hodowanej mają także istotny wpływ na trwałość jej piękna. Z tego powodu uznawane są za najważniejsze kryteria oceny perły. Czasami jednak połysk i orient/overton brane są pod uwagę jako pierwsze, gdyż są to cechy dostarczające bezpośrednio widocznych wskazówek ich piękna, mówiących jednak pośrednio o grubości powłoki perłowej poprzez zauważalne różnice tych cech. Niepowtarzalna kombinacja połysku, orientu/overtonu jest tym, co odróżnia perły od innych kamieni szlachetnych. Jednocześnie są to najłatwiej postrzegalne wskaźniki jakości perły i trwałości jej piękna.

Wizualną ocenę jakości pereł powinno się prowadzić w następujących warunkach:  
 - tło powinno być neutralne, nie lśniące i nie błyszczące; idealne do oceny pereł jest tło bardzo jasno-szare, może być też równomiernie białe (np. takie jak biały papier gemmologiczny). Nigdy nie należy oglądać pereł wyłącznie na czarnym tle; pereły wydają się wówczas piękniejsze niż są w rzeczywistości; czarne tło utrudnia lub nawet uniemożliwia zauważenie subtelnych, a jednocześnie kosztownych różnic niektórych cech,

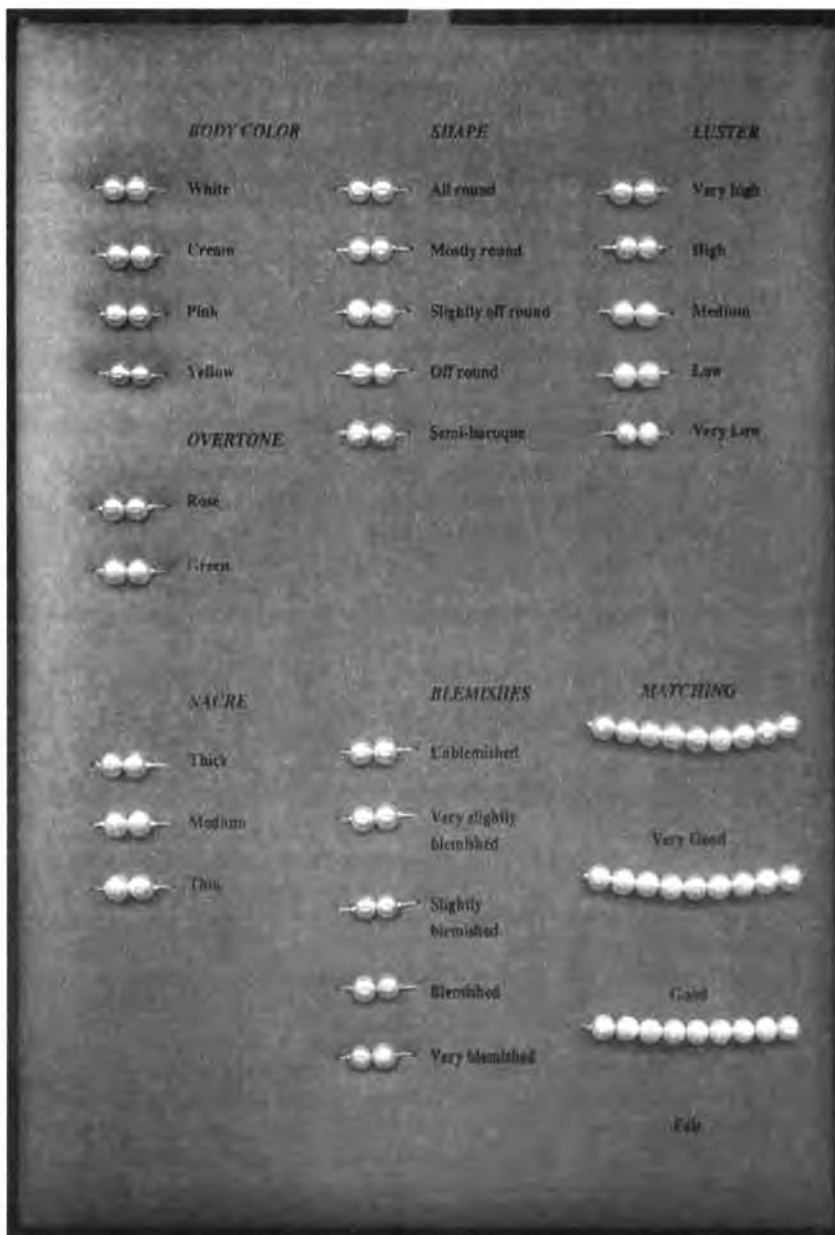


Fig. 11.2. Wzorzec GIA (Amerykański Instytut Gemmologiczny).

- przy neutralnym oświetleniu naturalnym tzw. nieba północnego lub w warunkach oświetlenia sztucznego, jakkolwiek źródło światła powinno być standaryzowanym źródłem światła rozproszonego typu C, spełniającym wymagania polskiej normy; zdecydowanie należy unikać oświetlenia punktowego lub nazbyt intensywnego (w takich warunkach np. połysk wydaje się o wiele lepszy niż jest w rzeczywistości); przy ocenie pereł warunki oświetlenia powinny być stale i takie same (powtarzalność zapewnia przede wszystkim oświetlenie sztuczne); jeśli wykorzystywane jest światło naturalne, to w miarę możliwości również miejsce i pora dnia powinny być ciągle te same; na postrzeganie pereł ma bowiem wpływ także położenie geograficzne miejsca dokonywanej obserwacji oraz pora roku, w której obserwacja jest prowadzona,
- perła powinna być umieszczona w położeniu umożliwiającym objęcie jej prostopadłym spojrzeniem obserwatora; oceniając grupę pereł, np. w garniturze, naszyjniku czy bransoletce, należy je położyć na neutralnym tle i nie dotykać – pozwoli to łatwiej dostrzec różnice, szczególnie w barwie i połysku pereł składających się na wyrób.

### 11.1. Wielkość

W pierwszej połowie XX wieku wielkość pereł określano przeważnie za pośrednictwem ich masy (gran, karat) lub też objętości. Karat to 0,2 g; w gramie mieści się 5 karatów. Z kolei gran stanowi czwartą część karata czyli  $0,25 \text{ kr} = 0,05 \text{ g}$ . Wobec tego w gramie mieści się 20 granów. Jest też dość powszechnie akceptowaną tradycją podawanie masy pereł hodowanych w karatach, a pereł naturalnych w granach.

Współcześnie wielkość pereł określa się głównie poprzez pomiar ich średnicy podawany w milimetrach z dokładnością nawet do drugiego miejsca po przecinku. Średnicę pereł bardzo wygodnie jest mierzyć wyspecjalizowaną suwmiarką (fig. 11.3). Jednostki masy są stosowane tylko do pereł o wyjątkowej wielkości, bądź do pereł o silnie asymetrycznym kształcie, znacząco odbiegającym od kulistego czy owalnego, po przeliczeniu ich na hipotetyczną średnicę pereł kulistych (fig. 10.2). W przypadku pereł kulistych wielkość wyraża się ich średnicą, natomiast masę określa się wagowo lub wylicza z zależności algebraicznej, gdy znana jest gęstość pereł.



Fig. 11.3. Przyrząd (suwmiarka) do pomiaru średnicy pereł.

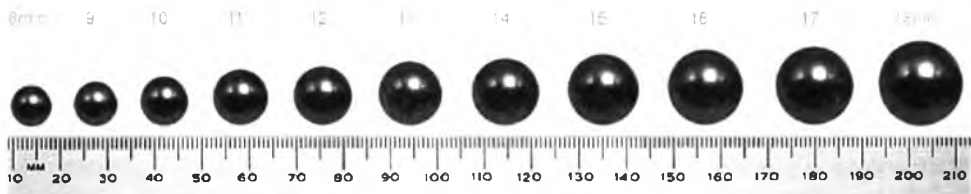


Fig. 11.4. Gradacja wielkości ciemnych hodowanych pereł kulistych z Tahiti.

Średnica perły jest używana do kalkulowania jej przybliżonej masy według następujących formuł:

- średnica perły naturalnej<sup>3</sup> x 0,02796 = masa [w granach],
- średnica perły hodowanej<sup>3</sup> x 0,02847 = masa [w karatach].

Zastosowane mnożniki odnoszą się do średniej gęstości względnej pereł naturalnych (2,67) i pereł hodowanych (2,72). Wzajemne relacje pomiędzy masą a wymiarami pereł bezjądrowych lub o jądrze z masy perełowej zestawiono w tab.11.2. Za średnicę pereł półkulistych, o niewielkiej asymetrii, przyjmuje się średnią arytmetyczną rozmiarów: długości, szerokości, wysokości. Dla innych kształtów, np. półbarokowych, barokowych, silnie barokowych, gdy bezpośrednie wyznaczenie rozmiarów jest niemożliwe, postępuje się w ten sposób, że w pierw wyznacza się wagowo masę perły, a następnie z odpowiedniej tabeli (por. tab. 11.3) dobiera się współczynnik oszacowania właściwy danej formie. Iloczyn tych dwu wielkości określa przybliżoną masę badanej perły tak, jak by była ona perłą kulistą. Z jej masy, przy pomocy tabeli 11.2 można ustalić średnicę owej hipotetycznej perły kulistej. Umożliwia to odniesienie cechy wielkościowej każdej perły badanej, niezależnie od jej formy do perły wzorcowej, kulistej o znormalizowanej średnicy równej 7 mm. W przypadku, gdy hipotetyczne średnice odbiegają od średnicy wzorcowej, wprowadza się tzw. współczynnik korekcji. Dla pereł o średnicy mniejszej od średnicy wzorcowej współczynnik korekcji jest ujemny, dla większej – dodatni. Przykłady współczynnika korekcji zestawiono w tab.11.4.

Tab. 11.2. Wzajemne relacje masy i średnicy pereł

Pereł kuliste								
Średnica [mm]	Masa [gran]	Masa [ct]	Średnica [mm]	Masa [gran]	Masa [ct]	Średnica [mm]	Masa [gran]	Masa [ct]
2,0	0,25	0,06	7,5	12,0	2,98	13,0	61,0	15,53
2,5	0,50	0,11	8,0	14,5	3,62	13,5	71,0	17,39
3,0	0,75	0,19	8,5	17,0	4,34	14,0	81,0	19,40
3,5	1,25	0,30	9,0	19,5	5,15	14,5	91,0	21,55
4,0	1,75	0,45	9,5	23,0	6,06	15,0	101,0	23,86
4,5	2,50	0,64	10,0	28,0	7,07	15,5		26,32
5,0	3,50	0,88	10,5	33,0	8,18	16,0		28,95
5,5	4,74	1,18	11,0	38,0	9,41	16,5		31,75
6,0	6,0	1,53	11,5	43,0	10,75	17,0		34,73
6,5	7,75	1,94	12,0	48,0	12,22	17,5		37,89
7,0	9,97	2,42	12,5	53,0	13,81	18,0		41,23

Uwaga! Masa pereł przewierconych o  $\varnothing = 1$  mm powinna być pomniejszona o ok. 0,02 ct na każdy milimetr średnicy.

Perły mabe ( <i>perły łuskowe</i> )			
Mabe o kształcie kolistym		Mabe o kształcie owalnym	
Średnica [mm]	Masa [ct]	Średnica [mm]	Masa [ct]
9-10	3,5-4,0	12-13	8,5-9,5
10-11	4,0-5,0	13-14	9,5-10,5
11-12	5,0-6,0	14-15	10,5-11,5
12-13	6,0-7,5	15-16	11,5-13,0
13-14	7,5-9,0	Mabe o kształcie gruszki	
14-15	9,0-11,0	12-13	7,5-8,5
15-16	11,0-13,0	13-14	8,5-9,5
16-17	13,0-16,0	14-15	9,5-10,5
17-18	16,0-19,0	15-16	10,5-12,0
Mabe o kształcie markizy		Mabe o kształcie serca	
9-10	5,5-6,0	15-16	7,5-8,5
10-11	6,0-6,5	16-17	8,5-9,5
11-12	6,5-7,0	17-18	9,5-10,5

Tab. 11.3. Stopień przybliżenia kształtu do perły kulistej.

Kształt/forma	Współczynnik oszacowania [%]
Kuliste	100
Półkuliste	95-80
Półbarokowe	75-65
Barokowe	60-50
Silnie barokowe/kolosy	45-35
Inne formy	30-20

Tab. 11.4. Współczynniki korekcji wielkości pereł względem perły o wielkości wzorcowej 7 mm.

Średnica [mm]	Współczynnik korekcji [%]	Średnica [mm]	Współczynnik korekcji [%]
1,0 – 1,9	10	7,1-7,9	150
2,0 – 3,9	20	8,0-8,4	200
4,0-4,9	25	8,5-8,9	400
5,0-5,9	30	9,0-9,4	800
6,0-6,4	40	9,5-9,9	1 600
6,5-6,9	60	10,0-10,4	2 000
7,0	100	pow. 10,5	4 000





Fig. 11.5. Porównanie przeciętnej wielkości perel hodowanych w wodach chłodniejszych (po lewej) i cieplejszych (po prawej).

Masa lotów japońskich perel hodowanych przeznaczonych na eksport wyrażana jest w jednostkach zwanych *momm* i *kan*. *Momm* odpowiada 18,75 karata, a *kan* jest równy tysiącu *momm*, czyli 3,75 kg.

Wielkość perel przekłada się w pewnym stopniu na ich wartość. Wielkość ma podstawowe znaczenie jedynie w kształtowaniu wartości perel naturalnych. W znacznie mniejszym stopniu wpływa natomiast na wartość perel hodowanych. Przez dobór odpowiedniej wielkości sztucznego zarodka i wieku małży można praktycznie dowolnie sterować wielkością produktu, oczywiście w określonym przedziale tych wartości warunkowanym środowiskiem bytowania małży perlorodnego (fig. 11.5). A przedział ten wyznacza stopa śmiertelności małży oraz procent odrzutów wszczezu. Dodatkowo wszczezu dużych jąder niosą z sobą ryzyko nieproporcjonalnego wzrostu ilości defektów powierzchniowych perel (plamy, odbarwienia) i częstszego zniekształcenia formy. Wobec tego średnica perel hodowanych w wodach chłodniejszych (pochodzących głównie z Japonii i Chin), podobnie jak perel naturalnych, wynosi zazwyczaj od 2,0 mm do 9,5 mm. Perły japońskie i chińskie o wielkości 2,0 mm uznawane są za bardzo małe, podczas gdy już o wielkości powyżej 8,0 mm uznawane są za bardzo duże. Perły z wód cieplejszych, czyli tzw. perły mórz południowych (Australia, Polinezja, Filipiny, Ameryka Środkowa, itp.) mają przeważnie od 7,0 mm do 18 mm. Jeśli mają średnicę mniejszą od 8,0 mm, to uznawane są za małe, gdy sięga ona 13-15 mm, to są średniej wielkości, a gdy przekraczają 16 mm, to są już bardzo duże. Największe z nich, zupełnie wyjątkowe, osiągają nawet 21-25 mm średnicy. Perły *mabe* mają najczęściej wielkość 8-15 mm. Perły *keshi*, zależnie od pochodzenia, mogą mieć wielkość 1-2 mm do nawet blisko 10 mm. Perły większe od przeciętnych w danej kategorii i rodzaju należą już do wyrażnie rzadziej spotykanych. Stąd ich wartość, zwłaszcza egzemplarzy odpowiednio większych rośnie często niepomieranie wraz z przyrostem wielkości, np. dla japońskich perel *akoya* krytyczną wielkością, powyżej której następuje gwałtowny przyrost ceny, jest 7,5 mm, przy czym każdy skok ceny ma miejsce już co 0,5 mm przyrostu średnicy. Dla perel z mórz południowych (*perły south sea*) taką krytyczną średnicą jest z kolei 15 mm.

## 10.2. Forma

Wielkość perły łączy się w sposób nieuchronny z jej kształtem/formą. W sposób najprostszy można podzielić formy pereł na trzy kategorie:

- *sferyczne*,
- *symetryczne*,
- *barokowe*.

Za najdoskonalszą formę perły uznaje się powszechnie kulę. Stąd największą wartość przypisuje się przeważnie takiej właśnie formie. Stopień przybliżenia danego kształtu do formy kulistej można uznać za podstawowe kryterium oceny kształtu. Najbardziej poszukiwane są perły w pełni sferyczne (fig. 10.6), czyli kuliste i półkuliste; za kuliste uznaje się perły, których średnica mierzona w dowolnych kierunkach różni się w granicach 2%; perły półkuliste wykazują tę różnicę w granicach 2-5%.

Nieco mniejszym uznaniem cieszą się perły symetryczne, czyli:

- *półbarokowe*, np. o kształcie kropki, guzika, monety, batonu, gruszki, kartofla, owalu; wspólną ich cechą jest tylko jedna oś rotacji i gładka powierzchnia; ocena polega na stwierdzeniu doskonałości symetrii i zrównoważenia owych kształtów,
- *bączki*; cechą ich jest jedna oś rotacji i zmarszczkowanie lub kręgi, układające się możliwie regularnie w płaszczyźnie prostopadłej do osi rotacji owej postaci i zajmujące więcej niż 1/3 powierzchni perły.

Warto zaznaczyć, że wartość niektórych postaci pereł symetrycznych bywa wyraźnie wyższa od wartości niektórych pereł sferycznych. Chodzi tu zazwyczaj o perły unikatowe pod różnymi względami. Wówczas ich symetryczny, regularny kształt stanowi ich istotną zaletę.

Wyraźnie mniejszym zainteresowaniem cieszą się natomiast perły o kształcie barokowym:

- *figuralnym*, z różnymi interesującymi kształtami przypominającymi, np. grzyb, serce, dzban, główkę dziecka, główkę zwierzęcia, przedmiot, itp.
- *nieregularnym*, silnie asymetrycznym, fantazyjnym itp., nie wykazujące osi rotacji. Tego rodzaju formy, zwłaszcza bardziej skomplikowane i rozbudowane bywają określane mianem „kolosów”.

Perły barokowe wytwarzane są zarówno przez mięczaki słono- jak i słodkowodne, w warunkach naturalnych, jak i hodowlanych. Są chętnie stosowane w wyrobach jubilerskich z uwagi na ich często piękną barwę, połysk i refleksy orientu/overtonu zawdzięczone lokalnym „nagromadzeniom” i „zgrubieniom” masy perłowej. Z oczywistych względów perły formy barokowej są bardziej pospolite niż perły kuliste i półkuliste czy też symetryczne.

Różnice formy przekładają się również na wartość pereł. Z uwagi na największą jednak rzadkość występowania najwyżej cenione są nadal perły o kształcie idealnie okrągłym. Z drugiej jednak strony warto pamiętać, że najbardziej kuliste są perły jądrowe o cienkiej i bardzo cienkiej powłoce perłowej, gdyż taka powłoka, tworząca się w relatywnie krótkim czasie kultywacji, daje potencjalnie najmniej okazji do powstania różnorodnych zakłóceń odbijających się także na kształcie perły. Warto też pamiętać, że z odległości 0,5 m perła półokrągła tylko bardzo nieznacznie różni się wyglądem od perły okrągłej i przy przelotnym spojrzeniu czy nawet powierzchniowej obserwacji różnica może być niezauważalna, podczas gdy w cenie jest ona bardzo silnie odczuwalna. Niektóre wyroby składające się z wielu pereł, np. garnitur, bransoleta, powinny zawierać perły o tej samej formie i dawać wrażenie jednolitości. Jest to jedno z ważnych kryteriów ich oceny.

W ostatnich latach obserwuje się rosnące zainteresowanie *półperłami* (*perłami łuskowymi*, czyli *perłami mabe*). Ich forma bywa niekiedy bardzo atrakcyjna, przyciągająca uwagę, np. serce, kropka (fig. 11.7) i może być korzystna dla wykonywania niektórych typów biżuterii i różnorodnych ozdób. Podobnie coraz większym zainteresowaniem cieszą się też perły o formach fantazyjnych.

## FORMA PEREL



Fig. 11.6. Najcenniejsze formy pereł.

Określenie wielkości pereł kulistej nie stwarza większych kłopotów i polega na bezpośrednim pomiarze jej średnicy. Wielkość symetrycznych pereł kropłowych, gruszkowatych i owalnych wyraża się poprzez średnią arytmetyczną ich długości, szerokości i wysokości. Wielkość pereł o bardziej nieregularnych kształtach wyraża się często za pośrednictwem ich masy przeliczonej przy pomocy odpowiedniego dla danego kształtu współczynnika, tzw. współczynnika oszacowania, na hipotetyczną średnicę pereł kulistej (Sobczak, Sobczak, 1995). Umożliwia to w konsekwencji porównanie wielkości badanej pereł, niezależnie od jej kształtu, z wzorcową pereł kulistą (patrz rozdział 11.1). Za wzorzec przyjmuje się pereł kulistą o średnicy 7 mm. Gdy wyliczone hipotetyczne średnice pereł różnią się od pereł wzorcowej, można zastosować dla oceny ich wielkości tzw. współczynnik korekcji, który dla pereł mniejszych od pereł wzorcowej przybiera wartości ujemne, a dla pereł większych - wartości dodatnie.



Fig. 11.7. Typowe formy pereł *mabe* (na przykładzie pereł uchowców, czyli tzw. *perel abalone*).

W nomenklaturze jubilerskiej spotyka się również takie terminy jak:

- **perły  $\frac{1}{2}$**  (*perły połowkowe*), których nie należy mylić z perełami *mabe* lub *blister*, a które są drobnymi perełami (2-3 mm średnicy), ciętymi na pół i wykorzystywanymi do dekoracji brzegów, np. w kamei lub do tworzenia otoczki wokół centralnego kamienia w wyrobie jubilerskim,
- **perły  $\frac{3}{4}$**  są perełami, które nie są całkiem okrągłe, lecz dają wrażenie okrągłych. Mogą być naturalne lub hodowane, słodkowodne i słonowodne. Jeśli są umiejętnie wmontowane w wyrób jubilerski, to często trudno jest jednoznacznie rozstrzygnąć, czy chodzi o pereł okrągłą, czy też pereł  $\frac{3}{4}$ , gdyż są montowane na wklęsłej podstawie sugerującej kulistość pereł. W przypadku pereł  $\frac{3}{4}$  może chodzić o dwie sytuacje:
  - jest to pereł łuskowa (*mabe*), hodowana z wykorzystaniem jądra  $\frac{3}{4}$ ,

- jest to perła okrągłą z poważnym defektem, który został usunięty przez obcięcie  $\frac{1}{4}$  perły.

Perły  $\frac{1}{2}$  i  $\frac{3}{4}$ , podobnie jak inne perły, mają bardzo szeroką gamę barw i wielkości (przeważnie jednak między 8-15 mm) oraz wielce zróżnicowany połysk i orient/overton. Stanowią poważną alternatywę cenową dla pereł w pełni kulistych i często skutecznie z nimi konkurują.

### 11.3. Barwa

Barwa jest ważnym kryterium oceny perły z powodu:

- indywidualnej preferencji określonej barwy przez indywidualnego nabywcę, a wynikającej np. z karnacji jego skóry, barwy włosów, koloru oczu; skutkuje to wyborem pereł o barwie najbardziej harmonizującej z indywidualnymi cechami i preferencjami nabywcy,
- częstości występowania; niektóre barwy są bardziej pospolite od innych,
- mody na określone barwy pereł; moda ta może panować na rynkach regionalnych lub krajowych, ale także na ogólnoswiatowym,

W warunkach hodowli możliwe jest wytworzenie w sposób do pewnego stopnia sterowalny i przewidywalny ogromnej gamy barw pereł, znacznie szerszej od spotykanej niegdyś u pereł naturalnych; stwarza to ogromny wybór pereł, także przewidywanych na określone okazje.

Stosowane są dwa podstawowe kryteria oceny barwy. W barwie perły da się wyróżnić odczucie:

- **barwy podstawowej**, (barwy masy perłowej); zależy ona od ilościowego stosunku aragonitu do konchioliny (zawierającej tlenki metali - pierwiastków przejściowych - odpowiedzialne za absorpcję światła) oraz od sposobu jej rozmieszczenia w masie perłowej; w miarę wzrostu udziału konchioliny, zwłaszcza w warstewkach zewnętrznych perły, jej barwa staje się coraz ciemniejsza; najczęstsze barwy podstawowe pereł słonowodnych to: czarna, szara, brunatna, czerwona, żółta, fioletowa, zielona, niebieska, różowa, biała; w perłach słodkowodnych przeważają barwy: biała, szara, jasnobrązowa, zielonawa i czerwonawa; barwy podstawowe, zależnie od efektywności absorpcji, bywają dzielone na dwie grupy: barw podstawowych jasnych i barw podstawowych ciemnych,

- **orientu/overtonu** (czyli tzw. konotację barwy lub też poszerzenia barwy); jest to efekt świetlny odbierany jako ogólna modyfikacja barwy podstawowej masy perłowej różnymi zjawiskami optycznymi, np. refrakcją, dyfrakcją i interferencją światła, powodowanymi przez warstewkową mikroarchitekturę powłoki perłowej (fig. 11.8); w perłach o jasnej barwie podstawowej występuje *orient*; jego odpowiednikiem w perłach o ciemnej barwie podstawowej jest *overton*.

Barwa podstawowa to zasadnicza barwa masy perłowej, np. biała, kremowa, żółta. Natomiast orient/overton objaśnia się jako barwę wtórną, bądź dodatkową. Zazwyczaj jest to barwa różowawa, zielonawa, srebrna lub niebieskawa. Gdy mówi się o barwie perły, to przeważnie myśli się o kombinacji barwy podstawowej i orientu czy też overtonu. Stąd określenie barwy perły typu biało-różowa oznacza często barwę podstawową białą i różowy orient; naturalne perły białe z czerwonoróżowym orientem są dość rzadkie i przez to poszukiwane. Podobnie jest z perłami kremowymi. W białych perłach najrzadziej spotykany i jednocześnie najbardziej poszukiwany, a tym samym kosztowny jest różowy orient; z kolei zielony orient w białych perłach jest źle widziany i często jest powodem obniżenia ich wartości.

W perłach o tzw. barwach fantazyjnych (*pearls fancy colors*), czyli o barwach podstawowych wyraźnie odmiennych od barwy białej i barw do niej podobnych, pojawia się nowy element barwy perły; jest to jej ton. Jest on definiowany jako intensyfikacja określonej barwy podstawowej i stopniowany od jasnego do ciemnego.; przykładowo w perłach ciemnożółtych (intensywnie żółtych) nasycenie barwą jest większe, jak w perłach jasnożółtych (bladżółtych). Z tego powodu są one rzadziej spotykane, a tym samym droższe.

W naturalnie „czarnych” perłach hodowanych barwa podstawowa jest dość ciemna; może być jasnoszara, szara, ciemnoszara do prawie czarnej; do perł „czarnych” zalicza się też perły o barwie podstawowej niebieskiej i zielonej. Overton „czarnych” perł jest przeważnie zielony lub różowy, aczkolwiek zielony overton jest rzadko spotykany, a tym samym bardzo poszukiwany i kosztowny, szczególnie wówczas, gdy w połączeniu z silnym połyskiem zaczyna wyglądem przypominać intensywny „efekt pawiego oka”. Różowy overton w szarych i czarnych perłach kreuje liliowy odcień barwy. Jest to efekt dość pospolity u „czarnych” perł, a więc nie wpływa znacząco na przyrost ich wartości.

Perły hodowane dostępne są w bardzo wielu barwach i pochodzą z bardzo różnych regionów świata. Filipiny znane są jako źródło perł o barwie podstawowej żółtej i złotej. Tahiti i inne wyspy Polinezji Francuskiej oraz Wyspy Cooka, i niektóre kraje Ameryki Środkowej słyną z hodowli tzw. „czarnych” perł. Chiny są dostawcą perł o zmiennej barwie; z tego powodu nazywane są często „*perłami arlekinowymi*”. Należą one do bardzo poszukiwanych przez nabywców znajdujących się na rzeczy. Perły o barwach fantazyjnych są bowiem stosunkowo rzadko spotykane i zależnie od ich barwy są mniej lub bardziej trudne do nabycia; niektóre z nich są prawdziwą rzadkością.

W zależności od barwy i obserwowanych efektów optycznych orientu lub overtonu wyróżnia się zwykle perły:

- różowe, o różnym stopniu nasycenia barwą różową, od blad różowej do różowoczerwonej i różowym orientem; niekiedy także o niebieskim i/lub zielonym orientem;
- kremowe, o różnym stopniu nasycenia barwą kremową od białokremowej do kremowożółtej i różowym i/lub zielonawym orientem;
- srebrne, barwa podstawowa biała do szarej i różowy orient;
- złote, barwa podstawowa żółta i różowy orient;
- czarne, barwa podstawowa czarna, czarnoszara, brunatnawa, purpurowoczarna, fioletowoczarna, ciemnoniebieska, ciemnozielona oraz zielony lub zielononiebieski overton;

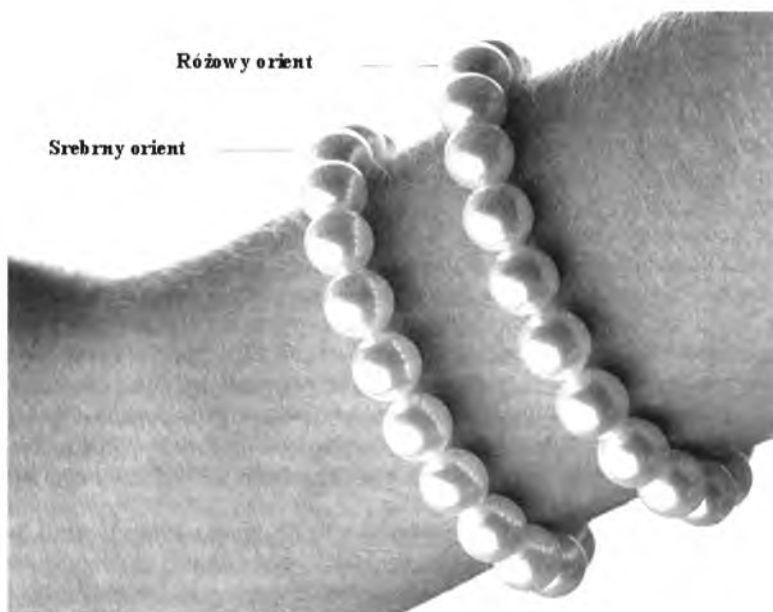


Fig. 11.8. Perły kremowe z srebrnym i różowym orientem.

- niebieskie, barwa podstawowa ciemnoniebieska do szaroniebieskiej oraz intensywnie zielony, zielony i różowy overtone;
- zielone, barwa podstawowa szarozielona do zielononiebieskiej, zielony overtone;
- brunatne, barwa podstawowa ciemnobrązowa, overtone różowopurpurowy, zielony bądź fioletowy.

Celem zunifikowania oceny barwy i jej niuansów dla pereł pochodzących z określonych hodowli lub obszarów hodowlanych opracowano stale uzupełniane katalogi barw i orientów/overtonów. Przykładem takiego podejścia do zagadnienia obiektywizacji oceny barwy pereł jest katalog wzorców barw pereł hodowanych w Polinezji. Kompletowany jest on przez Pacific Pearl Colors (fig. 11.9). Katalog realizowany jest w dwu wersjach: podstawowej i klasycznej. Wersja podstawowa zawiera 60 wzorców barwy pereł, podczas gdy wersja klasyczna ma ich aż 178. W tej ostatniej uwzględnione są barwy zaliczane do bardzo rzadko spotykanych; w wersji podstawowej zebrane są barwy pereł stale dostępne w obrocie rynkowym. Barwa odwzorowana jest przy pomocy pereł okrągłych o standaryzowanej wielkości 12 mm i o najwyższej jakości powierzchni. Podzielone są według barwy głównej, np. zielonej, niebieskiej, a dalej według stopnia nasycenia, wyróżniając trzy kategorie: bladą, umiarkowaną, intensywną. Ocena barwy sprowadza się w takim wypadku do jak najlepszego dopasowania realnej barwy pereł względem barwy wzorcowej (fig. 11.10). Poszczególne barwy pereł są w różnym stopniu akceptowane przez nabywców z różnych rynków, np. europejskiego, amerykańskiego, azjatyckiego. Preferencję tę najłatwiej wyrazić poprzez współczynnik preferencji barwy, uwzględniany w ocenie wartości pereł (tab. 11. 5).

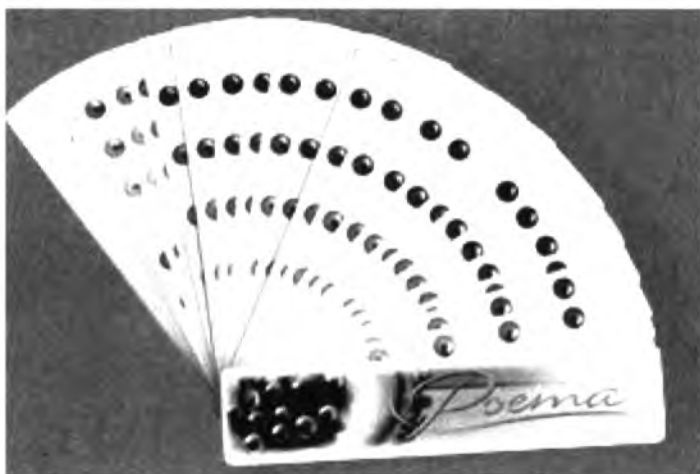


Fig. 11.9. Katalog wzorców barwy pereł hodowanych w Polinezji Francuskiej.

Na barwę pereł zasadniczy wpływ ma gatunek mięczaka perlorodnego. Na przykład *Pinctada fucata* z Japonii produkuje masę perłową barwy białej lub białoróżowej. *Pinctada maxima* z Australii, Filipin, Birmy czy Indonezji wytwarza przeważnie pereł białe, białoróżowe, kremowe, różowe i żółte. *Pinctada margaritifera* z Polinezji zwykle produkuje pereł szare, ciemnoszare i czarne z overtone zielonym, niebieskim lub oberżynowym. Podobnie atrakcyjne pereł *mabe* i masę perłową wytwarza ślimak *Halotis (abalone)*. *Unio* z rzek i jezior daje pereł białawe lub białozielonawe.

Hodowca, podejmując hodowlę kolejnej partii pereł, nie wie nigdy z całą pewnością, jakie pereł ostatecznie wytworzy. Może to zweryfikować dopiero po zbiorze pereł. Nie są

bowiem znane do końca przyczyny, dla których ten sam gatunek małża w tych samych zdawałoby się warunkach wytwarza perły różnej nieco barwy. Jak się sądzi na barwę perły istotny wpływ ma nie tylko gatunek użytego w tym celu mięczaka, ale także wiele innych czynników, a zwłaszcza czynniki środowiskowe i zdrowotne. Stąd sądzi się, że w ostatecznym ukształtowaniu barwy perły biorą udział takie czynniki jak:

- zawartość i skład planktonu w wodzie (intensyfikacja odcienia zielonego masy perłowej),
- stopień zasolenia wód oraz jakościowy skład soli zawartych w wodzie (np. intensyfikacja odcienia kremowego następuje wraz ze wzrostem zasolenia),
- szczególna obfitość określonych związków w wodzie (np. syderyt - barwa brunatnawa masy perłowej, azuryt - barwa niebieskawa, smitsonit - szarawa, związki manganu - fluorescencja masy perłowej pod wpływem promieniowania ultrafioletowego i rentgenowskiego oraz wpływ na odcień barwy białej),
- głębokość bytowania małży perłorodnych; dotyczy to szczególnie małży wytwarzających perły o intensywniej barwie (Polinezja, Okinawa). Bytowanie



Fig. 11.10. Wizualna ocena barwy przez porównanie z kartą wzorców.

- określonych gatunków małży na głębokości większej od 10 m powoduje zauważalne rozjaśnienie barwy produkowanej masy perłowej, np. jasnoszara zamiast ciemnoszarej u tego samego gatunku, jeśli bytuje w wodach płytszych,
- temperatura wody, tempo jej przyrostu lub spadku, częstość zmian, amplituda zmian,
- właściwości fragmentu nabłonka płaszczowego wszczepianego wraz z sztucznym jądrem,
- grubość powłoki perłowej oraz grubość poszczególnych warstw aragonitowych, wchodzących w jej skład, np. zbyt cienka powłoka jest odpowiedzialna za pewną mleczność, mglistość barwy.

Barwa perły w przekroju poprzecznym nie jest jednorodna; poszczególne warstewki różnią się odcieniem i połyskiem. Perły starzeją się, matowieją (tracą połysk) i nabierają szarocznego zabarwienia. Barwa pereł bywa poprawiana metodą wybielania, a jej rezultatem jest rozjaśnienie mało efektownych barw ciemnych. Metodę tę stosuje się rutynowo, praktycznie jest niewykrywalna, a jej rezultat dość stabilny. Inna metoda, stosowana również rutynowo, polega na barwieniu różnymi środkami chemicznymi lub naturalnymi. W rezultacie uzyskuje się poprawę lub nadanie pożądanej barwy, np. czarnej,

Tab. 11.5. Preferencje barwy pereł.

Grupa barw	Barwa podstawowa <i>orient/overton</i>	Współczynnik preferencji [%]	
		w USA wg GIA	w Europie
Różowe	Różowa / różowy do fioletowoczerwonego	100	70-80
	Bładoróżowa / brak lub różowy	90-95	90-95
	Biała / intensywnie różowy	90-100	90-100
	Biała / różowozielonawy lub różowoniebieskawy	80-85	50-60
	Biała / brak	20-30	20-30
Kremowe	Kremowa / różowy i/lub zielony	65-70	70-80
	Kremowożółta / zielony	50-60	80-90
	Kremowożółta / różowy	50-60	100
	Ciemnokremowa / brak	30-35	50-60
	Ciemnokremowa / różowy	45-60	80-90
Srebrne	Srebrna / różowy	90-95	70-80
	Srebrna / brak	30-40	80-90
Złote	Żółta / różowy	25-30	20-30
	Złotożółta / brak	10-15	15-20
	Złota / brak	10-15	15-20
Czarne	Czarna / zielony i fioletowy	90-100	90-100
	Czarnoszara / zielony	70-80	60-70
Niebieskie	Ciemnoniebieska / zielony i/lub różowy	80-90	70-80
Zielone	Ciemnozielona / zielony	80-90	70-80
Brażowe	Ciemnobrażowa / zielony, fioletowy i/lub różowopurpurowy	85-95	85-95



oraz ukrycie jej niejednorodności; otrzymany rezultat jest zazwyczaj dość stabilny, choć zdarza się, że barwa z upływem czasu może płowieć. Wykrywa się ją przez: potarcie wacikiem nasyconym acetonem (odbarwienie), obserwację profilu otworu przewierconego w perle (barwnik występuje tylko w warstewce przypowierzchniowej lub skoncentrowany jest w warstewkach bogatych w konchiolinę), badaniu fluorescencji (naturalna czarna perła wykazuje fluorescencję, natomiast barwione czarne perły nie wykazują fluorescencji). Jeszcze inną metodą, stosowaną okazjonalnie, wykorzystywaną do poprawiania barwy pereł jest napromieniowanie (naświetlanie), którego trwałym rezultatem jest wytworzenie "czarnej" pereł (czasem szarej lub niebieskawoszarej) z pereł białawej. Jest to rezultat trwały, o ile nie zastosowano następnie innych metod traktowania. Wykrywa się ją za pomocą perlaskopu lub na podstawie badania widma w podczerwieni, przy czym to ostatnie badanie nie zawsze bywa skuteczne.

#### 11.4. Orient/overtone

Pojęcie „orientu” znane było już w starożytności. Rzymianie importowali pereł i masę perłową z odległych krańców ówczesnego świata. Część pochodziła z rzek i jezior europejskich (terytoria dzisiejszej Francji, Szkocji, Niemiec), a część z Bliskiego Wschodu (głównie z Zatoki Perskiej). Te ostatnie nazywano „orientalnymi” dla odróżnienia od europejskich. „Orientalne” pereł i masy perłowe pozyskiwane w morzach położonych na Wschodzie były przez Rzymian wysoko cenione, głównie z uwagi na bardzo atrakcyjną iryzację, czyli specyficzną wgłębną i powierzchniową grę barw. Pospolicie zwano ją „orientem”, gdyż występowała tylko w perełach i masie perłowej pochodzących ze Wschodu, czyli z ówczesnego Orientu. Atrybutu tego nie posiadały pereł i masa perłowa pozyskiwane z wód słodkich, czyli pochodzące z Zachodu; były przez to niżej cenione. Dla odróżnienia jednych od drugich posługiwano się kryterium „orientu”.

„Orient” jest wrażeniem optycznym spotykanym jedynie w perełach i masach perłowych pozyskiwanych z muszli mięczaków, bytujących w środowisku wód słonych (wód morskich). Wyrazistość tego odczucia zależy od korzystnej kombinacji kilku czynników. By odczucie „orientu” było pełne i dostatecznie wyraźne konieczne jest jednoczesne zachowanie niezbędnego minimum połysku, przejrzystości i grubości masy perłowej. Zbyt cienkie warstwy masy perłowej nie ujawniają „orientu”. Podobnie zachowują się masy perłowe o kiepskim przeświecaniu i niskim połysku.

**Orient** to delikatna, zazwyczaj punktowa lub plamista gra barwnych refleksów (specyficzna iryzacja perłowa) o różnym stopniu nasycenia barwami, wywołana załamaniem, odbiciem i dyspersją oraz dyfrakcją światła w warstewkach aragonitowych złożonych z tabliczkowatych kryształów aragonitu działających jednocześnie, jak pryzmat Newtona (aragonit jest minerałem o wysokiej dwójłomności i wyraźnie rozkłada światło białe na barwy proste), znana z fizyki tzw. cienka warstwa oraz swoista siatka dyfrakcyjna zbudowana z periodycznie rozmieszczonych tabliczek aragonitowych i łączących je spoin konchiolinowych, a tworzących warstewkową strukturę powłoki perłowej; im więcej warstewek bierze udział w modyfikacji światła i im bardziej ta struktura jest subtelna (im cieńsze i liczniejsze są warstewki aragonitu oraz im mniejsze są płytki, jakie tworzy), tym perła wykazuje więcej orientu; widomym skutkiem tych zjawisk jest rozszczepienie światła (efekt iryzacji) i jego interferencja; efekt orientu pochodzi zatem z głębi powłoki pereł i w dużym stopniu zależy także od jej grubości i przejrzystości; efekt ten nadaje perle specyficzną "światlistość"; w perełach prawie czarnych lub intensywnie szarych efekt orientu prawie zupełnie nie występuje, gdyż następuje silna absorpcja światła przez konchiolinę, której udział w powłoce perłowej tego rodzaju pereł jest relatywnie wysoki. Okrągłe pereł hodowane, ujawniające wybitny orient są bardzo poszukiwane przez znawców pereł. Jest to jednak rzadki już dziś przypadek, by trafić na taką perełę, głównie z powodu zbyt cienkiej

powłoki perłowej u większości oferowanych do sprzedaży pereł. Wysokiej jakości orient spotkać można natomiast dość często w perłach o nieregularnej formie - barokach; jest to zresztą jedna z bardziej przyciągających uwagę cech tych pereł. W hodowanych perłach kulistych, by mógł być widoczny wyrazisty orient, konieczne jest doskonale jednolite skryształowanie tabliczek aragonitowych i równie doskonale uporządkowanie ich w warstewki; konieczna jest także większa niż przeciętnie spotykana obecnie grubość powłoki perłowej. Dlatego też orient jest głównie widoczny w perłach naturalnych oraz w sznurach starych, japońskich pereł hodowanych *akoya*, których powłoki perłowe są znacznie grubsze (2,5-3,5 mm) od powłok perłowych przeciętnych współczesnych produktów tego rodzaju (0,3-0,5 mm). Dość częsty orient w perłach o formie barokowej wynika z niejednakowej grubości tworzącej je masy perłowej; umożliwiającą powstanie orientu zwiększona grubość masy perłowej tworzy swoiste „sadzawki” z masy perłowej, lokujące się w różnorodnych nieregularnościach i zawiłościach ich formy. Podobnie często orient miewają perły o dłuższym okresie hodowli, a zwłaszcza niektóre produkty pochodzące z hodowli tzw. mórz

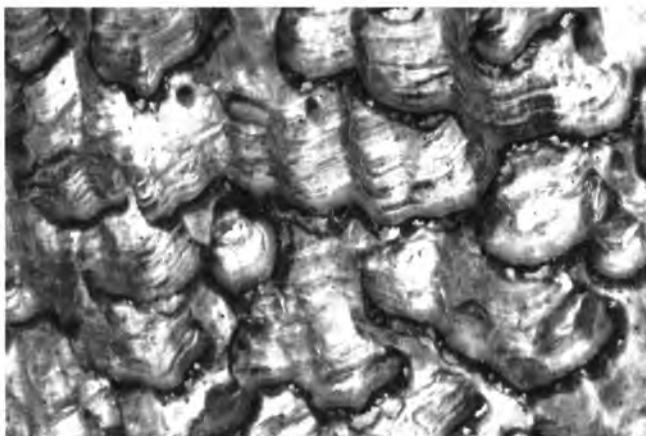


Fig. 11.11. *Orient pasemkowy masy perłowej *Haliotis fulgens*.*

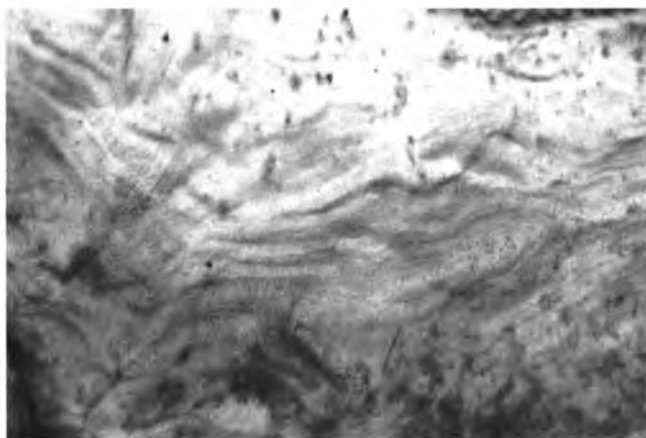


Fig. 11.12. *Orient pasmowy masy perłowej *Haliotis iris**

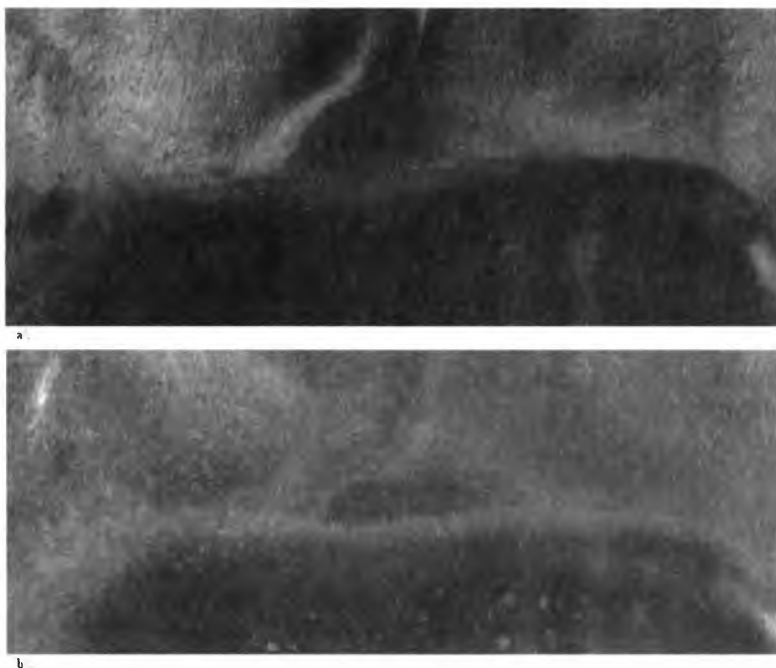


Fig. 11. 13. Zmiana barwy dominujących refleksów barwnych masy perłowej *Haliotis midae* spowodowana zmianą kąta padania światła (a, b– zmiana kąta padania wiązki oświetlającej masę perłową).

południowych (*perły south sea*), słodkowodnych hodowli amerykańskich i najwyższej jakości hodowane słodkowodne perły chińskie, zwane czasem przekornie „kartoflami”.

Orient masy perłowej przejawia się intensywną grą żywych, iryzujących refleksów barwnych, wydobywających się z wnętrza masy perłowej. Refleksy te widoczne są na tle barwy podstawowej masy perłowej. Wrażenie o takim charakterze bywa też nazywane przez niektórych jubilerów „ogniem” (przez odległą i niezbyt trafną analogię z optyką brylantów). Wśród iryzujących refleksów dominują zazwyczaj barwy różowe, amarantowe, niebieskie i zielone. Są to barwy o wysokiej intensywności, aczkolwiek nieco „pastelowe”, czyli niezbyt czyste. Poziom orientu, czyli widoczność wrażenia jest tym większa, im bardziej wyrazista i szersza jest paleta barw owej iryzacji. Zależnie od morfologii powierzchni ujawniającej refleksy, plamy barwnej iryzacji mogą mieć różny kształt i wielkość. Na silnie wypukłych powierzchniach masy perłowej mają zazwyczaj postać serii subtelnych koncentrycznych kręgów, utworzonych przez wszystkie barwy widmowe, zastępujące się stopniowo od brzegu wypukłości ku jej centrum. Wielkość tych kręgów jest adekwatna do wielkości powierzchni wypukłej. Na powierzchniach o innej morfologii układ barwnych pasm orientu również nawiązuje do ich kształtu i wielkości lub też jest pochodną mikroarchitektury masy perłowej w danym miejscu (fig. 11.11, 11.12). Duży wpływ na wygląd i zachowanie się owych refleksów ma kąt, pod którym masa perłowa jest oświetlana (położenie źródła światła) oraz obserwowana (położenie obserwatora). Zmiana choćby jednego z tych parametrów pociąga za sobą dość łatwo zauważalną zmianę dominującej barwy refleksu świetlnego oraz jego geometrii (fig. 11.13). Jeśli zmiana kąta oświetlenia i/lub kąta obserwacji ma charakter gradacyjny, to obserwuje się adekwatne do tej zmiany zmiany stopniowe przejście jednych barw w inne, a zachodzące zmiany barw odbywają się w kolejności odpowiadającej normalnemu, czyli newtonowskiemu porządkowi barw.

Nazywanie opisanego odczucia *orientem* utarło się stosować względem pereł i mas perłowych o jasnej barwie podstawowej. W perłach i masach perłowych o ciemnej barwie podstawowej bardzo podobne w charakterze wrażenie optyczne nazywane jest zwykle *overtone*. Można nawet zaryzykować twierdzenie, że *overtone* jest odczuciem optycznym ekwiwalentnym *orientowi*. Różnica między tym, co jest nazywane *orientem* i *overtone* sprowadza się w istocie do mniejszego kontrastu barw, który jest obserwowany między iryzującymi refleksami *overtonu*, a barwą podstawową masy perłowej, w porównaniu z analogicznym kontrastem charakterystycznym dla *orientu*. Barwa podstawowa stanowi swoiste tło dla iryzujących refleksów *orientu/overtonu* zarówno w przypadku pereł o jasnej, jak i ciemnej barwie masy perłowej. Obserwuje się jednak też pewne różnice w barwie iryzujących refleksów. W przypadku *overtonu* są to barwy o mniejszej intensywności i większej czystości w porównaniu z barwami obserwowanymi w *orientie*. Na marginesie warto zauważyć, że wrażenia *orientu/overtonu* nie udało się dotychczas w pełni naśladować w żadnej z wielu dostępnych imitacji masy perłowej i pereł.

### 11.5. Połysk

Połysk pereł i masy perłowej wielu muszlowców sprawia nieodpartą wrażenie kombinacji dwu odczuć:

- połysku powierzchniowego,
- połysku wglębnego,

aczkolwiek nie w każdym przypadku owa kombinacja jest dostatecznie wyrazista. Intensywny połysk powierzchniowy ujawniają tylko te pereły i masy perłowe, których wierzchnia część pokryta jest gładkimi, regularnymi warstewkami, zbudowanymi z jednolicie uformowanych, jednakowych płytek aragonitu. Powierzchnia taka zdolna jest odbijać światło na podobieństwo lustra. Jakość połysku powierzchniowego pereł i masy perłowej daje się poznać po tym, jak wielka jest czytelność odwzorowywanych szczegółów lustrzanego odbicia, dawanego na ich powierzchni przez przedmioty znajdujące się w pobliżu, np. znajdujące się w pobliżu meble czy np. przybliżany do powierzchni pereły lub masy perłowej długopis. Dobrą miarą połysku powierzchniowego pereł i masy perłowej może być zatem porównanie lustrzanego obrazu dawanego przez perełę lub masę perłową z lustrzanym odbiciem dokonującym się w klasycznym zwierciadle. Im jakość i podobieństwo uzyskanych rezultatów jest większe, tym połysk powierzchniowy może być wyżej oceniony. Połysk powierzchniowy pereł i masy perłowej nigdy nie osiąga ideału zwierciadła, a jego jakość zależy w dużym stopniu od fazy rozwojowej konkretnego osobnika. Na pogorszenie połysku powierzchniowego znaczny wpływ wywiera obecność różnorodnych „nalotów”, np. inicjalnej warstewki konchioliny czy zarodkowych kryształów aragonitu i/lub kalcytu, których nukleacja zwykle poprzedza lub finalizuje okres odkładania się warstewek konchioliny. Obecność owych „nalotów” i ich charakter wydaje się być warunkowany porą roku (niekorzystna temperatura wody) i jakością środowiska bytowania mięczaka. Z przeprowadzonych obserwacji stanu pereł i masy perłowej w muszlach wielu różnych osobników wynika, że masa perłowa o doskonałym połysku powierzchniowym może powstawać jedynie w sprzyjającej porze roku, w muszlach osobników zdrowych, bytujących w dogodnych warunkach środowiskowych. Zatem pozyskanie pereł i masy perłowej o wysokim naturalnym połysku powierzchniowym powinno być prowadzone tylko w określonych, najbardziej sprzyjających porach roku. Jednocześnie jakość połysku powierzchniowego pereł i masy perłowej można by wykorzystywać do pośredniej oceny warunków bytowania i zdrowotności małży hodowanych na farmach perłowych.

Jeśli się ocenia piękną perełę, to połysk jest pierwszą postrzeganą cechą. Połysk pereły nie jest zwyczajnym „błyszczaniem”, jakie się niejednokrotnie widzi u imitacji pereł. Połysk jest refleksem świetlnym, powstającym przez sumowanie refleksów świetlnych generowanych w

poszczególnych warstewkach powłoki perłowej przez padające światło; można powiedzieć, że jest to swoiste „błyszczenie wgłębne”. W perłach z dobrym połyskiem obserwuje się ostry kontrast między sektorem najbardziej „rozświetlonym” (oświetlonym bezpośrednio padającą strugą światła) i sektorem „zacienionym” (oświetlonym pośrednio); czasami kontrast ten kreuje wrażenie istnienia „kulki” w perle – im bardziej wyraziste wrażenie owej „kulki”, tym lepszy połysk perły. Połysk jest oceniany na podstawie intensywności refleksu świetlnego, czyli ilości i jakości odbitego w perle światła. To z kolei zależy od jakości i grubości powłoki perłowej wytworzonej przez mięczaka. Grubsza powłoka (złożona z możliwie drobnych i dobrze przezroczystych płytek aragonitu) poprawia zdecydowanie połysk perły, zwłaszcza gdy tworzą ją liczne, doskonale uporządkowane warstewki.

Dla doświadczonych ekspertów połysk pereł jest jednym z najważniejszych kryteriów jej oceny jakościowej. Właściwości połysku pozwalają im odróżnić perły niskiej jakości od pereł wysokiej jakości. Wielu z nich widzi w połysku perły jej istotę. Przez całe wieki specyficzny, niepowtarzalny blask pereł był ich głównym wyróżnikiem. W wielkim uproszczeniu połysk perły można opisać jako kombinację załamania i odbicia światła z powierzchni perły z przestrzenną strugą światła, wydobywającą się z jej wnętrza. Bardziej precyzyjnie można powiedzieć, że chodzi tu o wielokrotne odbicie i załamanie promieni świetlnych na płytkowych kryształach aragonitu podczas przenikania światła w głąb powłoki perłowej, zbudowanej z bardzo cienkich przejrzystych warstewek węglanowych, złożonych z doskonale uporządkowanych, płytkowych kryształów aragonitu. W wyniku tego część światła odbija się wprost z powierzchni perły, a część z głębiej położonych warstewek. Jednocześnie promienie te, uzyskując określoną różnicę dróg optycznych, mogą interferować ze sobą, nadając barwę refleksowi. W konsekwencji połysk perły jest odzwierciedleniem jej zdolności do odbicia światła w połączeniu ze zdolnością do jego interferencji. W odczuciu obserwatora jest to kombinacja refleksu powierzchniowego i wgłębego z barwnym refleksem wgłębym (*orientem/overtonem*). Połysk pereł określa się opisowo od diamentowego, poprzez lustrzany i błyszczący aż do matowego. Intensywność połysku jest zdeterminowana nie tylko przez własności płytek aragonitu tworzących masę perłową, lecz także przez sposób, w jaki są one odkładane w masie perłowej. Na ich własności i sposób ułożenia ma wpływ bardzo wiele czynników, które ogólnie można określić jako czynniki środowiskowe; sądzi się, że istotnie wpływają na połysk: temperatura wody, w której bytuje małż, jakość jego pożywienia oraz jego stan zdrowotny. Perły hodowane w wodach stosunkowo ciepłych mają przeważnie połysk matowy, gdyż warstwy szybciej przyrastającej masy perłowej są stosunkowo grube i wybarwione, podczas gdy wolniej rozrastające się perły hodowane w wodach chłodniejszych mają przeważnie połysk błyszczący, gdyż warstwy masy perłowej są relatywnie cieńsze i mniej wybarwione. Przykładem mogą być japońskie perły *akoya*, które mają zwykle lepszy połysk niż inne białe, okrągłe perły hodowane, bo hodowane są w wodach stosunkowo chłodnych. Sądzi się, że intensywność połysku jest odzwierciedleniem grubości powłoki perłowej; im jest grubsza, tym połysk miałby być silniejszy. Jednak nie zawsze to jest prawdą. W niektórych przypadkach nawet bardzo gruba powłoka perłowa nie przesądza jeszcze o wysokiej jakości połysku. Wydaje się, że równie ważna jak grubość powłoki perłowej jest grubość i przezroczystość warstewek aragonitowych, tworzących ową powłokę. Toteż wspomniane już japońskie perły *akoya*, które przy dostatecznie grubej powłoce wykazują niezrównany połysk, mają go przede wszystkim z uwagi na właściwości tworzących je warstewek aragonitowych: cienkich i doskonale przejrzystych, dodatkowo połysk wzmacniany jest stosunkowo niewielkim udziałem konchioliny w ich masie perłowej, której większy udział powoduje znaczące osłabienie natężenia strumienia odbijanego światła poprzez jego powiększoną absorpcję.

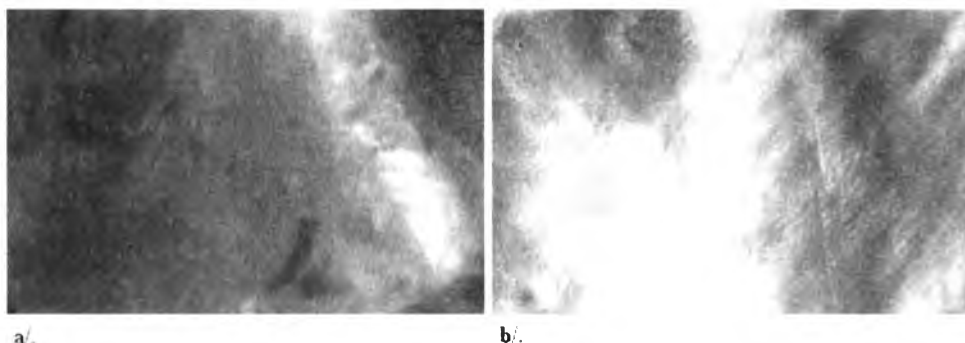


Fig. 11.14. Polepszenie połysku powierzchniowego masy perłowej *Haliotis midae* po jej oczyszczeniu wilgotną papką drobnokrystalicznego halitu. (a – przed oczyszczeniem, b – po oczyszczeniu).

Ocenę połysku prowadzi się okiem nieuzbrojonym. Perły o wysokim połysku wyróżniają się lustrzanym, dość ostrym odbiciem otaczających je przedmiotów, wrażeniem „kulki” i swoistą wibracją refleksu świetlnego oraz stale obecnym *orientem*; dają nieodparto wrażenie „życia”. Perły o kiepskim połysku wydają się matowe, monotonne, „kredowe” i bez „życia”. Perły z wysoką jakością połysku stanowią około 8-10% produkcji pereł. Jeśli dwie perły różnią się tylko połyskiem, to perła z połyskiem wysokiej jakości będzie miała wartość o około 30 % wyższą od perły z niską jakością połysku; ale może się zdarzyć, że różnica w cenie będzie sięgała nawet 60-70%. Stopień przybliżenia realnego połysku perły do wzorcowego połysku diamentowego bywa różny. Można go ocenić subiektywnie poprzez tzw. współczynnik oszacowania (tab. 11.6). Kiepski połysk redukuje nie tylko piękno perły, ale dostarcza wskazówki o zbyt nikłej grubości powłoki perłowej. Japońskie perły o słabym połysku, tzw. „kredowym”, mają zazwyczaj zbyt cienką powłokę perłową, która może dość szybko popękać i rozpaść się lub złuszczyć, nieprzyjemnie odsłaniając zawarte w nich sztuczne jądro z masy perłowej. Można nawet powiedzieć, że dobrze zrobione imitacje dłużej zachowują swój wygląd i dają lepsze wrażenie estetyczne za niższą cenę, niż niskiej jakości perły hodowane o „kredowym” połysku i często o wyraźnie wyższej cenie.

Tab. 11.6. Stopień przybliżenia realnego połysku perły do wzorcowego połysku lustrzanego.

Połysk	Współczynnik oszacowania [%]
Lustrzany (bardzo dobry)	100
Szklisty (dobry)	95-80
Tłusty, woskowy (dostateczny)	70-60
Jedwabisty (mierny)	50-40
Matowy (brak)	30-20

Żeby właściwie ocenić połysk perły należy:

- obrócić perłę we wszystkie strony, by sprawdzić, czy połysk jest jednolity na całej jej powierzchni,
- zbadać perłę w umiarkowanym oświetleniu lampy o charakterystyce źródła światła dziennego, szukając refleksów świetlnych i zwracając szczególną uwagę na ich jasność i ostrość; unikać należy bezpośredniego ostrego oświetlenia perły. Jeśli dysponuje się

światłem zbyt silnym, to należy dłonią nieco zacienić perłę od góry i obserwować ją umieszczając w sektorze o osłabionym świetle.

Połysek bywa poprawiany różnymi metodami. Metody te uznaje się za dopuszczalne i normalne, jeśli wykorzystują środki naturalne, np. sól morską, drobne kawałki i trociny bambusa czy orzecha. Uznaje się je za niedopuszczalne, jeśli wspomniane wyżej środki są zastępowane przez abrazywne środki chemiczne, które dają efemeryczne nabłyszczanie powierzchni perły. Uzyskany w ten sposób połysk jest bardzo mylący i mało trwały, a oko (także eksperta), nie jest w stanie wykryć tego oszustwa, jeśli ekspertyza ma miejsce w przeciągu miesiąca po dokonanych zabiegu. W miarę upływu czasu zaczynają się jednak stopniowo ujawniać pierwotne, naturalne defekty tak "spreparowanej" perły. Zwykle po upływie roku są one już bardzo wyraźne i stają się widoczne nawet dla niezbyt wprawnego oka. Mało solidni hodowcy stosują także zabieg werniksowania implantowanego jądra, co sztucznie wzmacnia refleks wgłębny, a tym samym poprawia ogólny połysk i wygląd perły. Rzyzka związanego z ewentualnym oszustwem można uniknąć poprzez kontakty handlowe z producentami o sprawdzonej i ugruntowanej renomie i rezygnację z nadarzających się tzw. okazji.

Znaczące polepszenie połysku powierzchniowego masy perłowej można osiągnąć przez usunięcie z jej powierzchni wszelkich „zanieczyszczeń” tj. np. strzępków konchioliny oraz/lub zarodkowych kryształów kalcytu czy aragonitu. Można tego dokonać np. przez delikatne i ostrożne polerowanie łagodnymi, naturalnymi środkami czyszczącymi. Eksperymentalnie przeprowadzone polerowanie wilgotną papką drobnokrystalicznego halitu powierzchni masy perłowej muszli *Haliotis midae* dało nadspodziewanie dobry rezultat (fig. 11.14). Podobnego efektu należałoby oczekiwać na skutek zdjęcia (złuszczenia) najbardziej wierzchnich warstewek masy perłowej i odsłonięcie powierzchni warstewek o bardziej korzystnych parametrach odbicia padającego światła.

Intensywny połysk wgłębny ujawniają masy perłowe tylko tych osobników, których warstewki aragonitowe są na tyle przeświecające i jest ich na tyle dużo, by były zdolne dokonać skutecznego odbicia większości światła od kolejnych, coraz to głębiej usytuowanych warstewek masy perłowej; oczywiście tylko tej części światła, które zdołało przeniknąć w głębsze strefy masy perłowej. W rezultacie do powierzchni takiej masy perłowej wraca znaczna część padającego na nią światła, które początkowo wniknęło w głąb masy perłowej. Wracające światło, wskutek wielokrotnie powtarzanego wgłębnego odbicia od aragonitowych płytek warstewkowej struktury masy perłowej pojawia się na powierzchni jako łagodny, jedwabisty refleks świetlny, rozświetlający masę perłową. Jednocześnie daje się wyraźnie odczuć, że refleks ten generowany jest w głębszych pokładach przeświecającej masy perłowej. Odczucie owej wewnętrznej świetlistości masy perłowej stanowi o jej wgłębny połysku. Z porównania mikroarchitektury masy perłowej i dawanych połysków wynika, że połysk wgłębny występuje z pełnym natężeniem tylko w tych masach perłowych, które nie zawierają zbyt dużo grubszych warstewek konchioliny w strefie przypowierzchniowej. W rezultacie masy perłowe uchowców o jasnej barwie podstawowej wyróżniają się zwykle lepszym, korzystniejszym połyskiem wgłębny niż przeważnie inertne pod tym względem masy perłowe o ciemnej barwie podstawowej. Kombinacja połysku powierzchniowego i wgłębnego pereł jasnych tworzy połysk odczuwany jako „ciepły” i „świetlisty”; połysk powierzchniowy pereł ciemnych odczuwany jest natomiast jako „zimny”, czy wręcz metaliczny. W konsekwencji połysk pereł jasnych, przez porównanie z połyskiem pereł ciemnych, oceniany jest jako korzystniejszy dla wyglądu perły.

### 11.6. Powierzchnia

Podobnie jak skóra ludzka, również powierzchnia perły nie jest pozbawiona różnych drobnych niedoskonałości. Jakość powierzchni to drugie po połysku bardzo ważne kryterium

oceny perły. Stopień przybliżenia powierzchni do doskonałości określa ilość, wielkość i rozmieszczenie wszelkich niedoskonałości (defektów); im jest on mniejszy, tym powierzchnia jest doskonalsza. Definiuje go obecność defektów widocznych okiem nieuzbrojonym. Są to zwykle wszelkiego rodzaju drobne zagłębienia i wypukłości, rysy, spękania, karby, plamy i smugi barwne, niejednorodności wzrostu, itp. Duża ilość defektów określonego typu może oznaczać także wpływ na trwałość perły, np. im plamy są liczniejsze i większe tym trwałość perły mniejsza. Ocenę stanu powierzchni dokonuje się przez porównanie z idealnie jednolitą barwnie i morfologicznie powierzchnią wzorcową, np. kuli, kropki. Miara tej oceny jest liczba i rodzaj występujących na powierzchni defektów. Przyjęte jest, że obecność jednego niedużego defektu nie obniża oceny stanu powierzchni perły, gdyż i tak trzeba przeważnie wykonać otwór dla zamontowania perły w wyrobie; wiercenie takie wykonuje się wówczas dokładnie w miejscu występowania takiego defektu. Za wzorcową uznaje się powierzchnię bez defektów. Stopień podobieństwa realnej powierzchni do powierzchni wzorcowej wyraża współczynnik oszacowania (tab. 11.7).

Tab. 11.7. Ocena zdefektowania realnej powierzchni perły.

Defekty powierzchniowe	Współczynnik oszacowania [%]
Brak defektów lub pojedyncze, słabo widoczne	100
Pojedyncze widoczne lub liczne słabo widoczne; brak różnic w nasyceniu powierzchni barwą	95-80
Liczne widoczne lub pojedyncze łatwo widoczne; widoczne różnice w nasyceniu barwą	70-60
Pojedyncze bardzo łatwo widoczne lub liczne łatwo widoczne; wyraźnie widoczne różnice nasycenia barwą	50-20

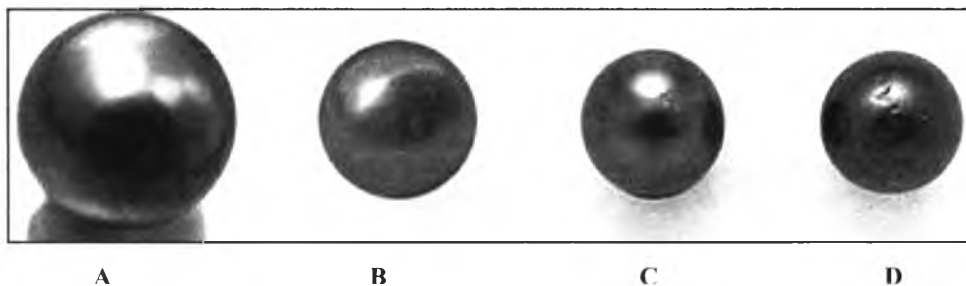


Fig. 11.15. Kategorie stanu powierzchni pereł hodowanych w Polinezji Francuskiej: A - całkowicie gładka lub zdefektowana przez jeden, dwa defekty, których wpływ dotyczy mniej niż 10% powierzchni perły (znaczna część tej powierzchni może zostać ukryta pod wywierconym otworem), połysk lustrzany do szklatego, B - poniżej 1/3 powierzchni zajęte przez kilka defektów, połysk lustrzany, C - poniżej 2/3 powierzchni zajęte przez defekty, połysk szklisty, D - powyżej 2/3 powierzchni zajęte przez defekty przez płytkie defekty lub około połowy powierzchni zajęte przez defekty płytkie i głębokie (według opinii niektórych jubilerów perły takiej jakości nie powinny być dopuszczane do obrotu handlowego), połysk tłusty.



W niektórych klasyfikacjach ocenę jakości powierzchni perły prowadzi się w sposób bardziej uproszczony i jednocześnie powiązany z oceną połysku. Polega to na równoczesnym określeniu procentu powierzchni zajętej przez różnorakie defekty oraz dominującego połysku. Zależnie od wielkości tego odsetka, przeważającego połysku, a w pewnym stopniu także rodzaju i charakteru defektów, ustala się przynależność do określonej kategorii pereł (fig. 11.15, 11.16).

Defekty powierzchni są pochodną wielu czynników natury środowiskowej w kombinacji z właściwościami gatunkowymi mięczaka perłorodnego. W rezultacie zaledwie około 1% wszystkich pereł hodowanych ma powierzchnię bez łatwo dostrzegalnych defektów. Przy bardzo uważnej obserwacji w nieomal każdej perle można dostrzec jakieś defekty. Można je podzielić na dwie grupy:

- szkodliwe, np. pęknięcia, szczeliny, dziury sięgające nawet czasem sztucznego jądra, umniejszające nie tylko piękno perły, ale także jej trwałość; mają one tendencję do powiększania się w miarę upływu czasu; niezbyt szczęśliwie wykonane wiercenie może powiększyć jeszcze rozmiar szkód poprzez otwarcie nowych szczelin i pęknięć,
- nieszkodliwe, nie wpływające na trwałość perły; obniżają natomiast walory estetyczne perły poprzez występowanie różnorodnych garbów, zagłębień i zmarszczek; są wywoływane przez nieregularny przyrost powłoki perłowej; ich obecność oraz procent zajmowanej powierzchni wpływają na jakość i wartość perły; jeśli defekty zajmują więcej niż 1/3 powierzchni perły, to mogą obniżyć wartość perły nawet o połowę. Uznaje się, że jeśli defekty nieszkodliwe dla trwałości perły nie są widoczne gołym okiem z odległości około 0,5 m, to są nieistotne i nie wpływają na piękno i wartość perły.

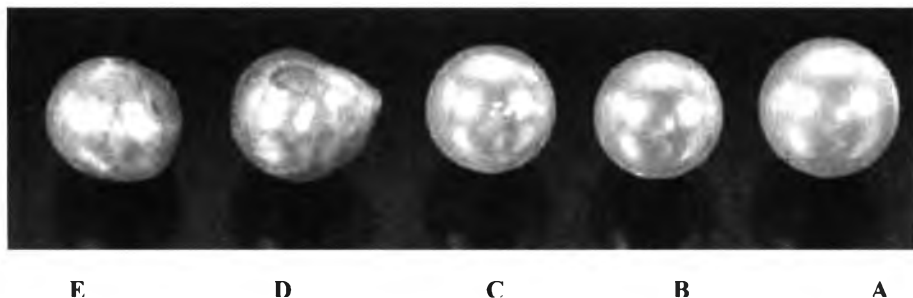


Fig. 11.16.. Kategorie stanu powierzchni jasnych pereł hodowanych *akoya*: A-E narastanie zdefektowania powierzchni perły.

Warto zauważyć, że perły o cienkiej i bardzo cienkiej powłoce perłowej mają przeważnie stosunkowo mało defektów. Spowodowane jest to cienkością owej powłoki, gdyż brak jest dostatecznej ilości masy perłowej, by mogły powstać poważniejsze defekty.

Usuwanie defektów powierzchniowych jest procedurą rzadko stosowaną i kosztowną. Jeśli jest stosowana, to pogarsza wygląd i wartość perły. Jedynym akceptowanym sposobem pozbycia się pojedynczych defektów jest odwiercenie kanału osiowego w miejscu ich występowania.

Plamy i inne defekty powierzchni perły mogą powstawać także w trakcie użytkowania pereł, np. wskutek kontaktu z kosmetykami, składnikami pożywienia, itp. Jeśli zostaną dostatecznie wcześniej zauważone, to niekiedy można jeszcze temu zaradzić poprzez polerowanie welurem nasączonym bardzo delikatnym środkiem polerskim.

Żeby ocenić jakość powierzchni należy dokonać obserwacji:

- w różnych warunkach oświetlenia. Obserwacji i porównań cech jakościowych pereł dokonuje się przeważnie w oświetleniu rozproszonym. Jednak dla obserwacji defektów powierzchni korzystne jest zarówno oświetlenie rozproszone, jak i intensywne, skoncentrowane wiązka oświetlenia,
- na ciemnym tle. Obserwacji i porównań cech jakościowych pereł dokonuje się przeważnie na szarym lub jasnoszarym tle. Jednak w przypadku obserwacji defektów powierzchni pereł korzystne jest przeważnie dokonywać takich obserwacji na ciemnym, a nawet czarnym tle; defekty są wówczas łatwiej zauważalne,
- w czasie ruchu pereł, np. toczenia się. Należy perełkę lub sznur pereł położyć na płaskiej powierzchni i toczyć je, obserwując jednocześnie. Robi się to po to, by być pewnym, że perełka została zbadana ze wszystkich stron i że światło zdołało ujawnić wszystkie defekty,
- trzymając perełki przed sobą na wysokość oczu.

Praktycznie rzecz biorąc nie ma pereł o powierzchni bez skazy, a jeśli jest, to jest to niezwykle rzadki przypadek. Dla garniturów i naszyjników jest to stwierdzenie tym bardziej prawdziwe, gdyż trudno dobrać tak dużą grupę jednakowych pereł zupełnie pozbawionych wad. W ostatecznym rachunku to nabywca decyduje jednak o wadze, którą należy przypisać poszczególnym cechom jakościowym, np. barwie, formie, wielkości, itd. Wielu ekspertów zaleca pewne obniżenie wymagań wobec jakości powierzchni pereł na rzecz innych parametrów jakościowych. Dzięki temu, wybierając perełkę o nieco gorszej jakości powierzchni, za tę samą cenę, można nabyć perełkę o grubszej powłoce perełowej, o wymarzonej barwie lub o większej średnicy. Jednocześnie warto pamiętać, że jeśli perełka ma bardzo dobry połysk, to większość defektów powierzchni nie jest zbyt widoczna; silny połysk je skutecznie kamufluje. Z kolei perełka biała, „kredowata” i matowa ujawnia każdy defekt powierzchni, choćby całkiem mały. Należy zdecydowanie unikać pereł z defektami typu pęknięcia i szczelinki w powłoce perełowej. Mogą one być poważne i w krótkim czasie doprowadzić do rozpadu powłoki perełowej, szczególnie w perełkach o cienkiej powłoce perełowej.

### 11.7. Powłoka

Do początku lat 80 XX w. grubość powłoki pereł hodowanych była w niewielkim stopniu uwzględniana przy ocenie. W tamtym czasie producenci bardzo dbali o to, by grubość powłoki perełowej była wystarczająca, tzn. miała średnio od 0,6 do 1,0 mm, a perełki były hodowane od 3 do 5 lat. Przyczyny ekonomiczne i rezultaty badań naukowych oraz eksperymentów hodowlanych spowodowały intensyfikację produkcji przez głównych producentów pereł (Malane i in. 1988). Niechcianym efektem ubocznym tej intensyfikacji było pojawienie się na rynku coraz większego odsetka pereł o niezadowalającej grubości powłoki perełowej. Według Pearl Science Laboratory of Japan (1993) współczesne perełki dobrej i bardzo dobrej jakości powinny mieć grubość powłoki od 0,4 do 0,6 mm, wyjątkowo do 0,8 mm. By otrzymać taką powłokę potrzebne są obecnie dwa sezony hodowlane, czyli około 17-19 miesięcy. Perełki o akceptowanej na rynku jakości mają powłokę o grubości około 0,3 mm (tab.11.8). Potrzeba na to jednego sezonu hodowlanego, czyli około 7-9 miesięcy. W obrocie handlowym spotykane są też perełki o powłoce do 0,2 mm, które nie powinny być dopuszczone do sprzedaży. Są one rezultatem hodowli trwającej zaledwie 3-6 miesięcy. Powłoka tych pereł jest tak cienka, że jądro bywa dostrzegalne już gołym okiem. Perełki tak niskiej jakości wchodziły na rynek z pominięciem wszelkich instytucji kontroli jakości; powoduje to oczywiście szkody rynkowe. Kontrolę grubości powłoki perełowej można obecnie przeprowadzić bardzo skutecznie laserowym neoendoskopem (Łapot 1999) - przyrządem stosunkowo tanim i prostym w działaniu, choć wymagającym pewnego doświadczenia przy obsłudze. Ocenę grubości powłoki perełowej w perełkach nawierconych dokonuje się standardowo przy pomocy mikroskopu gemmologicznego, natomiast perełki bez otworu badaniem rentgenograficznym.

Tab. 11.8. Ocena powłoki perłowej wg kryteriów GIA.

Rodzaj powłoki	Grubość powłoki [mm]	Współczynnik oszacowania [%]	Jakość powłoki
Bardzo gruba	0,5	100	AAA
Gruba	0,4	90-95	AA
Średnia	0,3	80-85	A+
Cienka	0,2	60-75	A
Bardzo cienka	0,1	25-55	nieakceptowana

Dlaczego w ostatnich latach grubość i jakość powłoki perłowej stała się tak ważnym kryterium oceny jakości perły? Wynika to przede wszystkim z jej ogromnego wpływu na piękno perły; perła zawdzięcza je w głównej mierze jakości i grubości powłoki perłowej. Im grubsza powłoka i im wyższa jej jakość, tym lepsze są połysk, orient/overton. Jednocześnie grubość powłoki perłowej wpływa zasadniczo na długowieczność perły. Przy zachowaniu innych warunków wpływających na trwałość perły, np. odpowiednia konserwacja i pielęgnacja perły, unikanie sytuacji grożących uszkodzeniem perły, można postawić tezę, że im grubsza powłoka perłowa, tym bardziej długowieczna jest perła i odwrotnie im cieńsza powłoka perłowa, tym krótsze „życie” perły. Jednym z dylematów hodowcy pereł jest znalezienie złotego środka, czyli takiego czasu hodowli, a tym samym odpowiednio grubej powłoki perłowej, by przy uzyskaniu możliwie największego piękna perły ujemne skutki przedłużonego czasu hodowli (potencjalna deformacja formy, zwiększona ilość, wielkość i wyrazistość defektów powierzchniowych) nie obniżały jej wartości. Oczywiście w tym bilansie są uwzględniane ponoszone koszty i uzyskiwane dochody. Jeśli całe przedsięwzięcie ma mieć sens ekonomiczny, to musi przynosić dochód, choć niekoniecznie maksymalny. Rentowność produkcji o podwyższonej jakości zapewnia się poprzez wzrost ceny produktu finalnego. Oczywiście z natury rzeczy produkt taki skierowany jest do określonego, ograniczonego kręgu odbiorców. Jakość powłoki perłowej determinuje przebieg i charakter zjawisk optycznych, towarzyszących przejściu światła przez jej warstewki. Czasami perły z grubą powłoką perłową nie wykazują spodziewanego połysku i orientu. Jest to wynik szczególnego sposobu, w jaki warstewki powłoki perłowej zostały ukształtowane (skryształizowane). Z powodów nie do końca zrozumiałych niekiedy kryształy aragonitu powłoki perłowej mają niedostateczną przezroczystość, warstewki aragonitowe są nie dość jednolite lub nie dość uporządkowane. Wiadomo, że duży wpływ na jakość masy perłowej ma tempo jej przyrostu; im szybciej przyrasta, tym niższą jest jej przejrzystość. Produktem takich warunków jest perła o kiepskim połysku, tj. błyszcząca pośród innych ale z ograniczonym refleksem wgłębnym. To nie jest jednak tak koniecznie najgorsze. Zawsze winno się brać pod uwagę jednoczesny wpływ różnych czynników, działających często przeciwnie, np. grubopowłokowa jasna perła *south sea* o połysku nie najwyższej jakości będzie cenowo bardziej przystępna dla nabywcy niż perła o wysokiej jakości połysku. Dzięki temu pewien krąg nabywców o niezbyt wyszukanych wymaganiach może zadowolić się tego rodzaju jakością powłoki perłowej.

Wydaje się, że istnieje zasadniczy związek między jakością powłoki perłowej, a temperaturą wody i ogólną stabilnością warunków, panujących w środowisku bytowania mięczaka perłorodnego. Małże, wytwarzające perły w ciepłych wodach Australii, Polinezji, Filipin, Indonezji, produkują masę perłową dużo szybciej od japońskich czy chińskich; jak oceniają niektórzy eksperci tempo przyrostu masy perłowej w wodach ciepłych jest od piętnastu do dwudziestu pięciu razy większe od jej przyrostu w wodach chłodnych. Znaczy to, że przy tym samym czasie kultywacji uzyskiwane grubości powłoki perłowe będą

odpowiednio grubsze w perłach „mórz południowych” (*south sea*). Warto dodać, że hodowcy z „mórz południowych” stosują często dłuższe czasy hodowli niż hodowcy japońscy i chińscy. W rezultacie *orient* w perłach japońskich i chińskich nie często jest ostatnio widywany, podczas gdy w perłach „mórz południowych” bywa dość powszechnie obecny. Perły japońskie i chińskie wyróżniają się natomiast ostrzejszym i bardziej błyszczącym połyskiem przypisywanym warunkom hodowli w relatywnie chłodniejszych wodach. Perły japońskie o jednocześnie bardzo dobrym połysku i orienie muszą charakteryzować się powłoką perłową grubszą niż przeciętnie spotykana. Takie perły są dziś dość rzadkie i przyciągają uwagę koneserów.

By perła miała bardzo dobry połysk i orient, to musi mieć odpowiednio grubą i odpowiednio wysokiej jakości powłokę perłową. Dopiero kombinacja obu kryteriów zapewnia odpowiednią ilość światła dla wytworzenia wysokiej jakości i intensywnego refleksu powierzchniowego i wglębnego. Chociaż istnieją perły z grubą powłoką perłową i miernym połyskiem i orientem, to nie ma pereł z bardzo dobrym połyskiem i orientem i jednocześnie cienką powłoką perłową. Wobec tego jakakolwiek perła, wykazująca bogaty połysk i orient, musi mieć grubą powłokę perłową.

Perły naturalne prawie w całości zbudowane są z masy perłowej. Perły słonowodne mają powłoki perłowe od bardzo grubych do bardzo cienkich. Ich grubość stanowi przeważnie 10 – 15 % średnicy pereł, sporadycznie sięgając 40 % tej średnicy. Szczególną grubością wyróżniają się powłoki perłowe pereł „mórz południowych”; stanowią one nawet 40-50 % średnicy takich pereł (fig. 11.17).

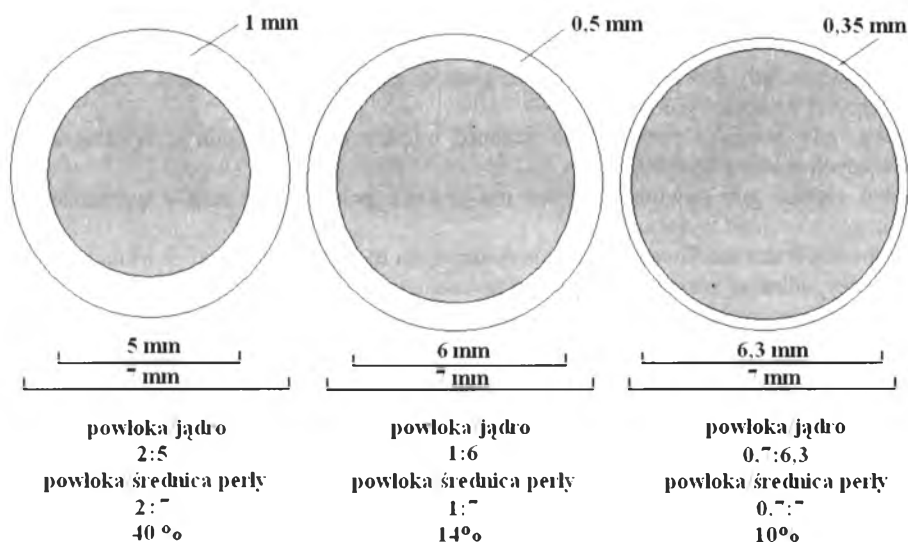


Fig. 11.17. Relacje grubości powłoki perłowej do średnicy jądra i do średnicy perły w *perłach south sea* (po lewej), dobrej jakości *akoya* (w środku) i mniej jakości *akoya* (po prawej).

Gdy powłoka perłowa jest zbyt cienka, perła jest bardzo nietrwała. Przy stosunkowo wysokiej cenie zakupu pereł naturalną jest dążność do nabycia pereł trwałych. Jest kilka prostych sposobów oceny grubości powłoki perłowej i uniknięcia w ten sposób zakupu pereł o cieniej, nietrwałej powłoce perłowej. Polegają one na:

- **obserwacji orientu.** Jeśli perła wykazuje jednolitą iryzację wglębną, to ma dostatecznie grubą powłokę; perła taka nie powinna wzbudzać niepokoju nabywcy,

- **ocenie intensywności połysku.** Perły z jasnym, intensywnym połyskiem lustrzanie odbijające obrazy bliskich przedmiotów mają dość grubą powłokę perłową; perły wyglądające matowo lub „kredowo” mają prawdopodobnie zbyt cienką powłokę lub jej jakość jest niska,

- **sprawdzeniu pęknięć i złuszczeń.** Zbyt cienka powłoka perłowa pęka czasami, odłaniając sztuczne jądro. Cienka powłoka pęka i rozpada się z czasem także sama z siebie. W pewnych wypadkach powłoka perłowa może być tak cienka, że już nawet zupełnie nowe perły mogą wykazywać oznaki pęknięcia i łuszczenia; bywają wówczas widoczne nawet całe sektory odsłoniętego sztucznego jądra,

- **obserwacji lupowej lub binokularnej dostępnej obserwacjom części wywierconego w perle kanału.** Oświecić otwór bardzo silnym światłem; jasność jest najlepsza, gdy źródło światła znajduje się w odległości kilku centymetrów. Należy zauważyć granicę między powłoką perłową i sztucznym jądrem. Powłoka perłowa pereł jasnych jest w otworze przeważnie jaśniejsza. Grubość powłoki należy ocenić szacunkowo,

- **sprawdzeniu warstewkowania.** W bardzo silnym oświetleniu należy sprawdzić czy poprzez powłokę perłową jest możliwa widoczność warstewek masy perłowej tworzących sztuczne jądro (lamin jaśniejszych - aragonitowych i ciemniejszych - konchiolinowych). Jeśli jest, to znaczy, że powłoka perłowa jest nazbyt cienka.

Grubość powłoki perłowej pereł wchodzących w skład japońskich garniturów i naszyjników ocenia się różnicując w sposób następujący:

- bardzo gruba, gdy powłoka perłowa ma grubość powyżej 0,5 mm we wszystkich perełach wchodzących w skład wyrobu,

- gruba, gdy powłoka perłowa ma grubość 0,5 mm u większości pereł wchodzących w skład wyrobu,

- umiarkowana, gdy powłoka perłowa ma grubość między 0,35-0,5 mm u większości pereł wchodzących w skład wyrobu,

- cienka, gdy powłoka perłowa ma grubość między 0,25-0,35 mm u większości pereł wchodzących w skład wyrobu,

- bardzo cienka, gdy powłoka perłowa ma grubość poniżej 0,25 mm u większości pereł wchodzących w skład wyrobu.

W przypadku braku możliwości ustalenia dostępnymi metodami grubości powłoki perłowej, bądź w przypadku wątpliwości w tej sprawie należy koniecznie zwrócić się do wyspecjalizowanego laboratorium, które ma odpowiednie narzędzia i wyspecjalizowany personel dla dokonania takiej oceny i wystawienia odpowiedniego certyfikatu.

### 11.8. Kompletacja

Biżuteria z perłami powinna odznaczać się doskonałą harmonią i dopasowaniem użytych pereł. Muszą one być jednolite pod względem barwy, połysku, kształtu i gradacji wielkości, które to cechy nie powinny przekraczać pewnego przedziału zmienności, np. w koliach japońskich i chińskich akceptowana różnica średnicy pereł centralnej i brzegowej nie przekracza nigdy 0,5 mm; w koliach wykonanych z większych pereł różnica może być większa, np. w koliach wykonanych z dużych pereł morza południowych (Polinezja, Australia, itd.) różnica ta może wynosić 2-3 mm. Łączy się to z kompozycją pereł w wyrobie, nawet takim, w którym występują tylko dwie pereły. Dobór i kompozycja pereł w wyrobie powinna przyciągać uwagę kupującego, bowiem w sposób oczywisty decyduje o jego pięknie i ma istotne znaczenie przy wycenie wyrobu.

### 11.9. Rzadkość występowania

W dobie przemysłowej produkcji masowej, w tym umiędzynarodowienia masowej produkcji pereł hodowanych, kryterium to stale zyskuje na znaczeniu. W pierwszej kolejności

dotyczy to rozróżnienia pereł naturalnych i hodowanych; oczywiście jest, że perły naturalne są z powodu ich właściwości i rzadkości występowania znacznie wyżej cenione niż hodowane. Kryterium to dotyczy również rozróżnienia pereł słodkowodnych i słonowodnych, zarówno naturalnych, jak i hodowanych, oraz wielkości, kształtu, barwy, połysku, pochodzenia itp. Kryterium to ulega nieustannej ewolucji, adekwatnie do dokonujących się zmian w hodowli pereł, np. za znaczącą zmianę można uznać rozwój technologii i skala hodowli słodkowodnych pereł chińskich.

#### **11.10. Staranność wykonania odwiertu.**

Od dawna wiadomo, że robota robocie nierówna. Dotyczy to zwłaszcza pereł nawiercanych lub przewiercanych i występujących w większej liczbie w wyrobie jubilerskim, szczególnie gdy tworzą sznur. Podstawową kwestią jest jakość wykonania i położenie otworu wywierconego w perle. Otwór ulokowany ekscentrycznie uniemożliwia właściwe ułożenie się pereł w garniturze czy naszyjniku. Podobnie istotna jest jakość wiązania pereł (patrz rozdział 15), jakość zakończeń i zapięć. W rezultacie staranność wykonania wyrobu zawierającego perły może znacząco zaważyć na wartości całego wyrobu, obniżając ją, zależnie od charakteru i ilości niedopatrzeń, nawet o kilkadziesiąt procent. Niektóre z wad są stosunkowo łatwe do usunięcia, np. wady wiązania, inne nieodwracalne, np. ekscentryczne położenie otworu wywierconego w perle.

## 12. Geneza efektów optycznych pereł i masy perłowej

Z ogólnego wrażenia optyczno-estetycznego sprawianego przez pereły i masę perłową da się jednoznacznie wyodrębnić odczucie barwy, orientu/overtonu i połysku. Odczucia te odebrane łącznie bywają nazywane niekiedy efektem perłowym. Jego charakter i jakość są jednym z najważniejszych kryteriów profesjonalnej oceny pereł i masy perłowej.

Charakter efektu perłowego oraz jego wyrazistość zależą w pierwszej kolejności od jednej z wielu możliwych kombinacji, jakie mogą stworzyć barwa, połysk i orient/overton. Już na podstawie choćby wstępnego przeglądu pereł i mas perłowych, tworzonych przez różne grupy muszlowców, łatwo się można przekonać, że wytwarzany przez nie efekt perłowy różni się znacząco, i to często w obrębie tej samej rodziny, a czasem nawet w obrębie tego samego gatunku mięczaków.

Przyczyny określonego wyglądu efektu perłowego, właściwego poszczególnym gatunkom mięczaków, leżą w wyrazistości i rodzaju dominujących barw, poziomie połysku oraz w charakterze orientu/overtonu. Wiadomo, że efekt perłowy mas perłowych mięczaków kształtowany i warunkowany jest głównie czynnikami genetycznymi, a w mniejszym stopniu także czynnikami ekologicznymi (Burch 1995). Własności optyczne pereł i masy perłowej zależą z jednej strony od czynników genetycznych (typ mikroarchitektury masy perłowej), ale z drugiej strony uwarunkowane są zmianami spowodowanymi przez czynniki pozagenetyczne. Są to na przykład różnorakie modyfikacje mikroarchitektury masy perłowej wywołane warunkami bytowania i/lub żywienia (czynniki ekologiczne). Wpływ czynników ekologicznych może być tak duży, że są w stanie znacząco zmienić odbiór efektu perłowego lub nawet całkowicie go zniweczyć, np. wskutek niektórych stanów chorobowych.

Barwa rozumiana wprost oznacza wrażenie zmysłowe wywołane światłem o określonym składzie widmowym. Do oświetlania używa się zwykle światła białego. Jego widmo może ulec modyfikacji wskutek działania różnych prostych zjawisk fizycznych. Jednym z najbardziej powszechnych jest selektywna absorpcja składowych widma widzialnego przez oświetlany obiekt; jest to jedna z częściej spotykanych przyczyn barwności. Zależnie od charakteru i zakresu absorpcji dokonywanej przez obiekt może w rezultacie powstać barwa prosta (monochromatyczna) lub barwa złożona (dopełniająca). Absorpcja składowych widma widzialnego dokonuje się podczas przenikania światła przez określone obiekty i/lub podczas odbicia się go od nich. Barwa światła odbitego od obiektu nie musi być tożsama z barwą światła przechodzącego przez ten obiekt. Co więcej, w niektórych ciałach może ona znacząco różnić się zależnie od kierunku padania wiązki świetlnej na obiekt (anizotropia absorpcji). Podobnie prostą genezę mają barwy powstałe wskutek interferencji czy dyfrakcji; aczkolwiek należy pamiętać, że absorpcja warunkowana jest głównie konstytucją chemiczną oświetlanego obiektu, podczas gdy interferencja i dyfrakcja zależą przede wszystkim od jego mikroarchitektury. Brak określonego typu mikroarchitektury eliminuje możliwość zaistnienia interferencji czy dyfrakcji.

Barwa może mieć też genezę złożoną i być finalnym rezultatem określonej sekwencji zjawisk fizycznych, zachodzących w oświetlanym obiekcie, np. absorpcji, dyspersji i interferencji przetrwałych po absorpcji części widma świetlnego, albo absorpcji, dyfrakcji (odbiciowej lub transmisyjnej) i interferencji ugiętego dyfrakcją światła albo też dyfuzji i selektywnej absorpcji światła rozproszonego. W takiej sekwencji znaczenie poszczególnych zjawisk fizycznych nie jest zwykle jednakowe. Niektóre z nich odgrywają rolę główną, inne mają jedynie charakter zjawisk modyfikujących efekt główny.

Jak z powyższego wynika bardzo istotny wpływ na ukształtowanie się barwy obiektu mają jego własności fizyczno-chemiczne, np. rodzaj, wielkość i właściwości tworzących go składników, ich przestrzenny układ oraz położenie względem źródła światła i oka obserwatora czy też proporcje udziału owych składników w budowie obiektu. Wreszcie nie bez znaczenia dla formującej się barwy obiektu jest rodzaj użytego oświetlenia (typ i

charakterystyka źródła światła), sposób oświetlenia (jednopunktowe, wielopunktowe, rozproszone), kąt oświetlenia (stały, zmienny) oraz warunki percepcji barwy (np. barwa i rodzaj tła), a także indywidualne właściwości ludzkiego oka (fig. 12.1).

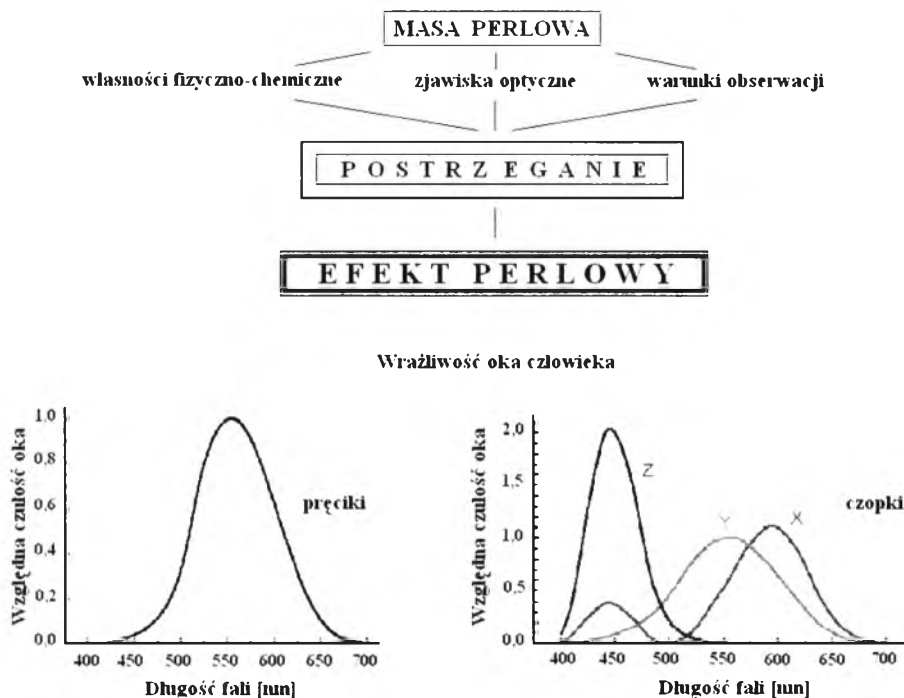


Fig. 12.1. Czynniki wpływające na postrzeganie barwy masy perłowej (wrażliwość oka człowieka na składowe widma światła słonecznego wg Fritsch, Rossman, 1990-91).

Masa perłowa mięczaków wykazuje ogromną wielość barw; podobnie wiele jest też hipotez objaśniających ich genezę (Webster, Andersen 1983, Newman 1999, Landman et al. 2001). Główną przyczynę barwy upatruje się na przykład w absorpcyjnym działaniu różnorodnych „pigmentów” (np. pierwiastków śladowych) ulokowanych w konchiolinie, czyli w organicznej części masy perłowej (Elen 2002), bądź przypisuje się ją interferencji i/lub dyfrakcji zachodzącej w płytkowym aragonicie, głównym składniku mineralnej części masy perłowej (Raman 1934, Webster, Andersen 1983, Liu et al. 1999, 2003). Hipoteza „pigmentowa” barwy masy perłowej opiera się na paru zasadniczych przesłankach. Jedną z najważniejszych jest stwierdzenie, że dostawa „pigmentów” odbywa się za pośrednictwem pożywienia. Jak wiadomo muszlowce są w większości filtratorami i żywią się głównie fitoplanktonem. Skład owego pożywienia podlega różnorodnym wpływom. Do bardziej regularnych należą zmiany sezonowe. Niektóre gatunki fitoplanktonu, którym żywią się mięczaki, występują szczególnie obficie zimą, podczas gdy inne są obfite latem. To za ich pośrednictwem miałyby być dostarczane pierwiastki śladowe i substancje używane następnie do „barwienia” muszli. Innym źródłem tego rodzaju „barwników” miałyby być woda morska. Zależnie od jej składu bezpośrednio przyswajane mogłyby być np. jony żelaza, miedzi, magnezu, manganu, itp. Z tego wyprowadzono dość oczywisty wniosek o możliwości wpływu na barwę masy perłowej i pereł poprzez sterowanie składem pożywienia, składem wody morskiej, itp. Przeprowadzone na bazie tego założenia eksperymenty hodowlane zdają



się do pewnego stopnia potwierdzać tę hipotezę (Lambert 1998), a sezonowo powtarzające się zmiany barwy przyrostów muszli wielu gatunków mięczaków, wzrastających zarówno w warunkach naturalnych, jak i hodowlanych są dość powszechnie znane i pospolicie obserwowane (Gervis, Miss 1992). Założenia tego nie zdołano jednoznacznie zweryfikować z uwagi na wielość czynników, mogących mieć potencjalnie wpływ na barwę masy perłowej. Mówi się np. o ważnej roli temperatury wody i jej wahań w kształtowaniu się barwy masy perłowej i pereł. W podobny sposób ocenia się też wpływ głębokości, na której lokowane są siedliska mięczaków, związanego z tym natężenia oświetlenia, przezroczystości i zasolenia wód, trybu ich aktywności życiowej, charakteru aktywności prądów morskich, itp.

Z prowadzonych badań składu i budowy masy perłowej muszlowców jasno wynika, że jest to twór wielce skomplikowany, a jego bardzo ważnym elementem składowym jest konchiolina, występująca bądź w postaci skoncentrowanej (warstewkowej), bądź w postaci rozproszonej (międzyłytkowy nanofilm, czyli konchiolinowa membrana). Jest to jednocześnie jedyna substancja obecna w masie perłowej, która zdolna jest do efektywnej absorpcji składowych widma widzialnego (Cariolou, Morse 1988). Pomijając szczegółowe rozważania dotyczące powodów takiego czy innego poziomu zawartości „pigmentów” umożliwiających i kształtujących ową absorpcję światła przez masę perłową można przyjąć za pewne, iż barwy masy perłowej, podobnie jak idiochromatyczne barwy wielu innych substancji, kształtowane są w sporej części przez zjawisko absorpcji światła. Widomym rezultatem tej absorpcji jest barwa podstawowa masy perłowej. Zależnie od uwarunkowań owej absorpcji może mieć ona różną jasność. Stąd często spotykany podział mas perłowych na masy perłowe barwy jasnej i masy perłowe barwy ciemnej. Transparentne kryształki aragonitu, bardzo ważny ilościowo składnik masy perłowej, absorbują światło w wielokrotnie mniejszym stopniu, a przede wszystkim w podobny sposób w całym zakresie widma widzialnego. Sądzić należy zatem, że zakres i poziom absorpcji światła przez masę perłową uzależniony jest przede wszystkim od zdolności absorpcyjnej konchioliny, modyfikowanej np. określonym składem i ilością zawartych w niej pierwiastków śladowych oraz ilością i sposobem rozmieszczenia konchioliny pośród mineralnych składników masy perłowej. Z tego punktu widzenia najistotniejszy jest skład, ilość i rozmieszczenie konchioliny w najbardziej wierzchniej strefie masy perłowej, tj. tej części, przez którą zdolne jest przeniknąć jeszcze światło i wrócić do oka obserwatora. Głębiej położone warstwy masy perłowej nie biorą udziału w tym procesie z całkiem oczywistego powodu: światło, które dotrze do głębiej położonych warstewek masy perłowej nie jest już w stanie wrócić na powierzchnię, gdyż w części zostanie rozproszone, a w części pochłonięte przez strukturę masy perłowej. Zatem kreowanie barwy masy perłowej poprzez absorpcję odbywa się praktycznie tylko w jej najbardziej wierzchniej strefie. Wgłębny zasięg aktywnej absorpcyjnie strefy masy perłowej w oczywisty sposób zależy przede wszystkim od ilości i sposobu rozmieszczenia w niej konchioliny. Jeśli konchiolina występuje w grubych i licznych warstewkach, to barwa masy perłowej jest zarazem stłumiona i ciemna; jeśli są to warstewki cienkie i niezbyt liczne, to barwa masy perłowej jest świetlista i jasna. W ten sposób kształtuje się barwa podstawowa masy perłowej. Z badań składu i budowy masy perłowej wynika, że relatywnie największa ilość konchioliny koncentruje się w wierzchniej strefie masy perłowej, a najmniej jest jej w warstwie podstawowej masy perłowej. To tłumaczy znany szlifierzom fakt, iż znaczną poprawę wyglądu masy perłowej można osiągnąć poprzez zdjęcie wierzchnich, najbardziej zasobnych w konchiolinę warstewek masy perłowej. Poprawa wyglądu tak obrobionej masy perłowej polega wówczas na podwyższeniu świetlistości i jasności jej barwy podstawowej. Podobne zabiegi bywają stosowane wobec pereł. Tutaj chodzi z kolei o odsłonięcie warstewek masy perłowej powstałych w okresie zmniejszonej wytwórczości konchioliny.

W procesie transformacji widma widzialnego przez masę perłową ważną rolę odgrywa również jej część mineralna (tj. płytkowy aragonit). Na transformację tę składa się kilka

zjawisk optycznych, generowanych przez mineralne składniki masy perłowej. Jednym z najbardziej elementarnych jest efekt pryzmatyczny, zachodzący w płytkowym aragonicie. Jeśli padające światło jest monochromatyczne (tzw. barwa prosta), to przechodząc do innego środowiska załamuje się pod ściśle określonym kątem i ma określony współczynnik refrakcji. Ale jak wykazał to już Izaak Newton (1666) w słynnym doświadczeniu z pryzmatem (pryzmat Newtona), światło białe jest mieszaniną różnych barw prostych, a współczynnik refrakcji każdej z nich zależy od jej częstotliwości (energii); jest najmniejszy dla składowej czerwonej (najmniejsza energia), a największy dla składowej fioletowej (największa energia); wówczas każda składowa światła białego, przechodząc do innego środowiska, załamuje się pod nieco innym kątem i ma odpowiadający jej współczynnik refrakcji. Efekt rozszczepienia światła białego na składowe wskutek przenikania przez granice środowisk optycznych zwany bywa efektem pryzmatycznym. Analogicznie dzieje się to w aragonitowej płytce, elementarnym składniku mineralnej części masy perłowej (fig. 12.2); jednak by doszło do rozszczepienia światła musi ono padać na płytkę kryształu skośnie; jeśli bowiem pada prostopadłe, to przechodzi bez załamania, a tym samym bez rozszczepienia i wyodrębnienia jego barwnych składowych; zatem efekt pryzmatyczny występuje tylko dla światła padającego skośnie na płytki aragonitowe, a rozszczepienie światła białego jest tym bardziej wyraziste, im większy jest kąt padającego światła (kąt padania mierzony jest względem normalnej do granicy środowisk, przez które światło przenika).

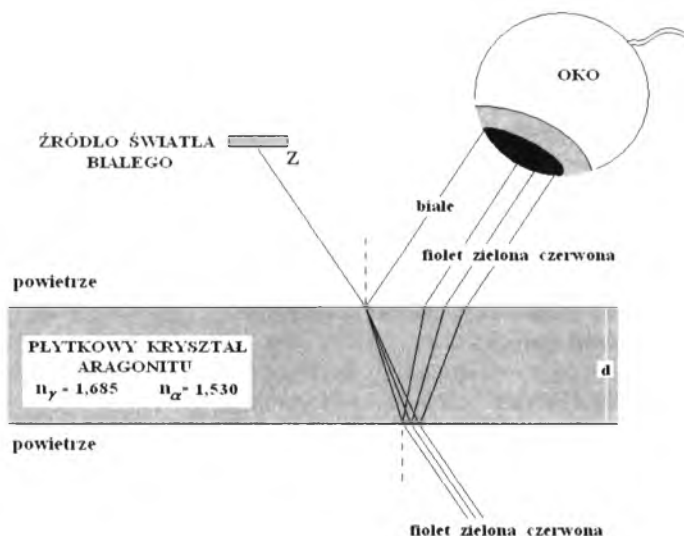


Fig. 12.2. Rozszczepienie światła (efekt pryzmatyczny) w płaskorównoległej płytce aragonitu. Dla większej przejrzystości ilustrowanego zjawiska nie uwzględniono skutków podwójnego załamania światła w kryształ aragonitu (anizotropowym optycznie).

Powierzchnia masy perłowej mieni się zazwyczaj różnobarwnie. Zjawisko różnobarwnego mienienia się bywa nazywane też iryzacją. Należy sądzić, że w znacznej części iryzacja jest wynikiem interferencji światła powodowanej mikroarchitekturą masy perłowej. Przebieg tego zjawiska da się objaśnić następująco. Jeśli weźmiemy pod uwagę pojedynczą płytkę aragonitu i rozpatrzmy zachowanie się w niej światła (fig. 12.3), to zachowanie to ulega zwielokrotnieniu w miriadach identycznych płytek, składających się na mineralną część masy perłowej. Płytkę dwójłomnego aragonitu ma średnią grubość  $d = 0,5 \mu$ , jej współczynniki refrakcji zależnie od kierunku przenikania światła mieszczą

się w przedziale  $n = 1,685 - 1,530$ ; oko obserwatora zogniskowane jest na punkcie **O**. Płytkę jest oświetlona przez rozciągnięte źródło światła monochromatycznego **ZZ'**. Na powierzchni tego źródła istnieje taki punkt **Z**, że dwa promienie, wychodzące z tego punktu, mogą wejść do oka po przejściu przez punkt **O** (fig. 12.3). Te dwa promienie przebiegają różne drogi od punktu **Z** do oka, gdyż jeden z nich odbija się od górnej powierzchni płytki aragonitu, a drugi - od dolnej. To, czy punkt **O** będzie widziany jako jasny lub ciemny, zależy od charakteru interferencji między obu falami, które wychodzą z **O**. Fale te są spójne, ponieważ obie pochodzą z tego samego punktu **Z** na powierzchni źródła światła. Jeżeli oko "patrzy" na inną część płytki, powiedzmy na punkt **O'**, to światło, które wpada do oka, musi pochodzić z innego punktu powierzchni źródła światła monochromatycznego **ZZ'**; wskazują to linie na rysunku (fig. 12.3). Jak wynika z przedstawionej sytuacji, przy prawie prostopadłym padaniu światła geometryczna różnica dróg między obu promieniami, wychodzącymi z źródła **Z** będzie bliska **2d**. Można by zatem oczekiwać, że fala wypadkowa odbita od płytki w pobliżu punktu **O** będzie mieć maksimum interferencyjne, jeżeli odległość **2d** jest całkowitą wielokrotnością długości fali. Stwierdzenie to trzeba jeszcze zmodyfikować z tego powodu, że długość fali musi się odnosić do długości fali w płytce, a nie do jej długości w powietrzu; znaczy to, że trzeba rozważyć drogi optyczne, a nie geometryczne długości dróg (zasada Fermata). Warto też pamiętać, że prędkość fali świetlnej jest związana z jej częstotliwością (barwą) i długością:

$$V = \lambda \nu$$

gdzie:  $V$  - prędkość fali świetlnej,  
 $\nu$  - częstotliwość fali świetlnej,  
 $\lambda$  - długość fali świetlnej

oraz, że przy przejściu do innego ośrodka zmienia się prędkość i długość fali, a częstotliwość pozostaje ta sama. Ponieważ przy przejściu z ośrodka rzadszego optycznie (powietrze, konchiolina) do ośrodka gęstszego optycznie (aragonit, kalcyt) o odpowiednio większym współczynniku refrakcji  $n$  prędkość światła maleje  $n$  razy:

$$V = c/n$$

gdzie:  $V$  - prędkość fali świetlnej,  
 $c$  - prędkość fali elektromagnetycznej w próżni,  
 $n$  - współczynnik refrakcji,

to długość fali  $\lambda$  maleje też  $n$  razy

$$\lambda/n = \lambda_n$$

gdzie:  $n$  - współczynnik refrakcji aragonitu dla danej płaszczyzny padania światła,  
 $\lambda$  - długość fali świetlnej w powietrzu,  
 $\lambda_n$  - długość fali świetlnej w płytce aragonitu,

W rezultacie długości fal świetlnych w obu ośrodkach związane są ze sobą zależnością:

$$\lambda = n \lambda_n$$

Ponadto fala odbijając się od ośrodka o większym współczynniku refrakcji (optycznie gęstszego) zmienia swoją fazę o  $\pi$ . Jeśli odbicie zachodziłoby od powierzchni ośrodka o mniejszym współczynniku refrakcji (optycznie rzadszego), to fala odbija się bez zmiany fazy. Oznacza to, że w sytuacji przedstawionej na fig. 12.3 promień odbity od górnej powierzchni płytki aragonitowej zmienia fazę, natomiast promień odbity od dolnej jej powierzchni nie. W realnych warunkach masy perłowej uchowców ośrodkiem otaczającym płytkę aragonitową jest przeważnie konchiolina (międzyplótkowy film, konchiolinowa membrana), a tylko wyjątkowo jest to powietrze lub woda. Jednakże współczynnik refrakcji tych substancji (powietrze  $n_p = 1,00029$ , woda  $n_h = 1,33$ , konchiolina  $n_k = 1,43-1,55$ ) nadal jest przeważnie

mniejszy od współczynników refrakcji aragonitu ( $n_a = 1,530$ ,  $n_\gamma = 1,685$ ) i kalcytu ( $n_e = 1,486$ ,  $n_o = 1,659$ ). Płytki i tworzone przez nie warstewki aragonitu o jednolitej, płaskorównoległej geometrii będą dawały w wyniku interferencji jednolitą barwę na całej ich powierzchni, a wysokość barwy interferencyjnej będzie zależała przede wszystkim od grubości płytek lub grubości ich zwartych, jednolitych geometrycznie pakietów. Z fizyki falowej wiadomo, że interferencja określonej długości fal świetlnych będzie zależna także od kąta ich padania na płytkę lub warstewkę.

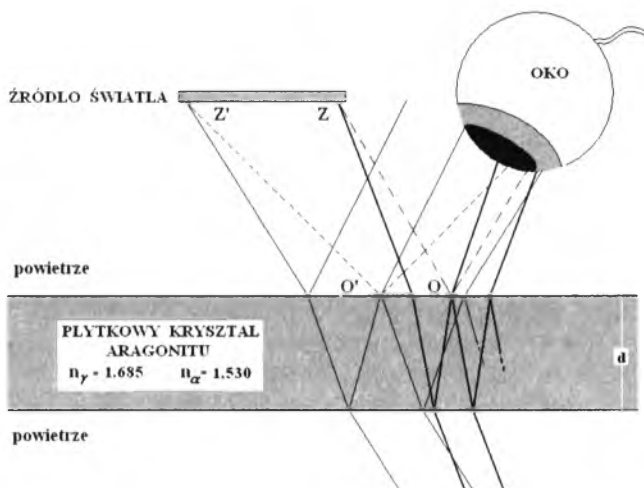


Fig. 12.3. Interferencja światła w płycie aragonitu. Dla większej przejrzystości ilustrowanego zjawiska nie uwzględniono skutków podwójnego załamania światła w anizotropowym optycznie kryształ aragonitu.

Można zatem przewidzieć na drodze teoretycznych rozważań i obliczeń barwę interferencyjną masy perłowej zbudowanej z płytek aragonitu o określonej grubości. Z obserwacji i pomiarów mikroskopowych wynika, że grubość  $d$  owych płytek mieści się zwykle w dość wąskim przedziale  $0,4 - 0,6 \mu$ . Dla przykładu przyjmijmy średnią grubość płytki aragonitowej  $d = 0,5 \mu$ , a jej współczynnik refrakcji  $n$  niech wynosi  $1,6$ . Światło białe niech pada na masę perłową pod kątem  $30^\circ$ . Wobec tego, biorąc pod uwagę dotychczasowe ustalenia, należałoby oczekiwać w tak zdefiniowanej masie perłowej interferencji destruktywnej dla fal o długościach plasujących się w okolicy  $500 \text{ nm}$  i interferencji konstruktywnej dla fal o długościach plasujących się około  $400 \text{ nm}$  i  $600 \text{ nm}$ , czyli obserwator, spoglądając pod kątem  $30^\circ$ , powinien zobaczyć w wyniku interferencji melanż **barwy niebieskawej** ( $400 \text{ nm}$ ) i **barwy czerwonej** ( $600 \text{ nm}$ ), czyli barwę, która zostanie zinterpretowana przez oko obserwatora jako **barwa** znana pod nazwą „**magenta**”. Jest to na przykład jedna z częściej spotykanych barw masy perłowej *Haliotis corrugata*, jednego ze szczegółowo zbadanych gatunków uchowców. Jak się okazuje, grubość płytek aragonitowych masy perłowej tego gatunku uchowców wynosi właśnie przeważnie około  $0,5 \mu$ . Jeśli grubość płytek aragonitowych zmieni się lub zmiana będzie dotyczyła kąta padania czy też kąta obserwacji odbitego światła, to barwa interferującego konstruktywnie światła też ulegnie odpowiedniej zmianie. Grubość płytek aragonitowych masy perłowej bywa nieco różna u różnych gatunków uchowców, a nawet może zmieniać się w poszczególnych obszarach muszli określonych gatunków uchowców. Stąd też biorą się obserwowane międzygatunkowe różnice barw interferencyjnych oraz w różnych obszarach muszli tego samego gatunku. Ponadto należy zauważyć, że jeśli barwa konkretnej masy perłowej będzie zmieniała się wraz

ze zmianą kąta padania światła lub wraz ze zmianą kąta obserwacji, to można z dużą dozą pewności twierdzić, że chodzi o barwy wytworzone wskutek interferencji.

Obserwując jednak powierzchnię masy perłowej łatwo można się przekonać, że w wielu miejscach jej barwa iryzacji nie jest jednolita; wyraźnie bywa widoczny w niektórych miejscach charakterystycznie pasmowy układ barw (fig. 12.4), przy czym pasemka te mają niekiedy zmienną szerokość. Zjawisko to można wytłumaczyć, zakładając istnienie w tych miejscach klinowej geometrii, jednolicie optycznie zachowujących się aragonitowych warstewek masy perłowej. Oświetlając światłem białym warstewkę aragonitu o niejednakowej grubości, możemy zaobserwować w świetle odbitym kolorowe prążki. Gdy jednobarwna wiązka światła pada na powierzchnię takiej warstewki, częściowo się od niej odbije, a częściowo, po załamaniu, przeniknie w głąb (fig. 12.5). Część promieni, które przenikną, odbije się z kolei od drugiej powierzchni i opuszczając warstewkę, w drodze powrotnej ponownie załamie na pierwszej powierzchni. W oku obserwatora spotkają się promienie bezpośrednio odbite, biegnące tylko w powietrzu z promieniami, które dzięki wnিকnięciu do warstewki przebyły drogę dłuższą o podwójną grubość płytki. Różnica dróg optycznych (jest to iloczyn drogi geometrycznej i współczynnika refrakcji) między spotykającymi się promieniami powoduje, że wytworzona zostaje między nimi różnica faz.

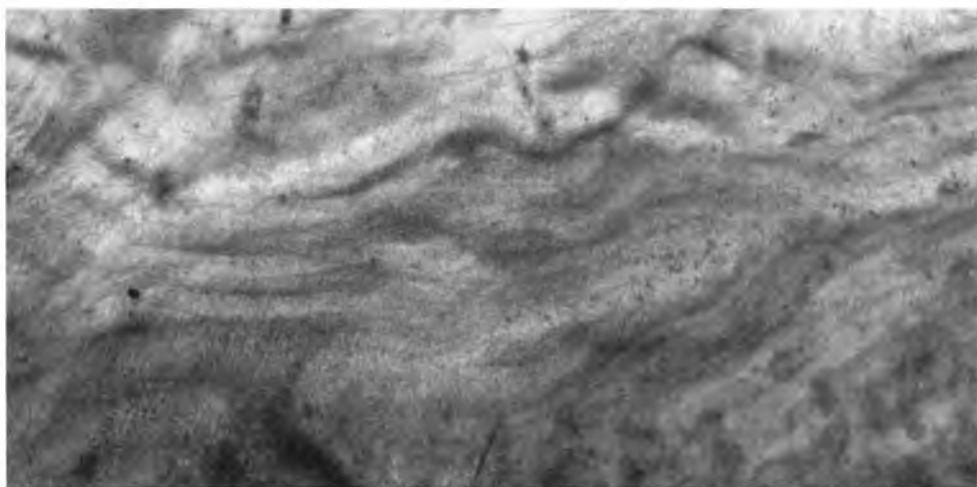


Fig. 12.4. Rozkład prążków interferencyjnych na powierzchni masy perłowej. Ich szerokość (gęstość) zależy od zmiany grubości transparentnego dla światła pakietu warstewek mineralnych; tam gdzie jest on grubszy, są one węższe i gęściejsze, tam gdzie cieńszy – szersze i rzadziej rozmieszczone.

Kiedy fale świetlne nakładają się fazami zgodnymi, interferencja jest konstruktywna i obserwujemy wzmocnienie. Kiedy fazy są przeciwne - mamy interferencję destruktywną i następuje wygaszenie. W przypadku odbicia na dwóch różnych powierzchniach, do różnicy faz między promieniami, nabytej dzięki różnicy ich dróg optycznych, musimy jeszcze dodać zmianę na przeciwną, (czyli o  $\pi = 180^\circ$ ) fazy promienia odbitego od powierzchni płytki. Dzieje się tak, gdy odbicie następuje od ośrodka gęstszego optycznie, a właśnie płytka aragonitowa jest gęstsza optycznie od powietrza i ewentualnie konchioliny. Jeśli zatem różnica faz między obydwojma promieniami będzie równa całkowitej wielokrotności  $360^\circ$ , to nastąpi efekt wzmocnienia, co uwidoczni się w postaci jasnego prążka. Ciemny prążek będzie widoczny natomiast wtedy, kiedy analogiczna różnica faz będzie równa nieparzystej

wielokrotności  $180^\circ$ . Jeśli zamiast jednobarwnego użyjemy światła białego, zawierającego różne długości fal, prążki nabiorą kolorów. Ze względu na to, że różne długości fal światła odpowiadają różnym barwom, maksimum odpowiadające każdej barwie będzie miało swoje określone położenie i biały prążek rozmyje się w barwy tęczy. Rozkład prążków i ich szerokość (gęstość) będą zależały od zmian grubości warstewki aragonitowej. Tam, gdzie będzie ona grubsza, będą one węższe i gęściejsze, tam gdzie cieńsza – szersze i rzadziej rozmieszczone (fig. 12.4). Warstewki aragonitowe masy perłowej wyklinowują się w pewnych miejscach w muszli mięczaka. Gdy warstewka aragonitowa osiąga minimalną grubość, to staje się znacznie cieńsza od długości fali świetlnej, podczas gdy standardowo uformowana warstewka aragonitowa ma grubość porównywalną z długością fal świetlnych. Biorąc pod uwagę oba czynniki, które określają charakter interferencji, a mianowicie różnice w długości dróg optycznych oraz zmiany fazy przy odbiciu, można napisać następujące zależności:

$$2d = (m + 1) \lambda / 2, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

aby promienie te po dodaniu się dawały natężenie maksymalne. Czynnikiem  $1/2\lambda$  opisuje zmianę fazy przy odbiciu od górnej powierzchni płytki aragonitowej, bo zmiana fazy o  $\pi$  ( $180^\circ$ ) jest

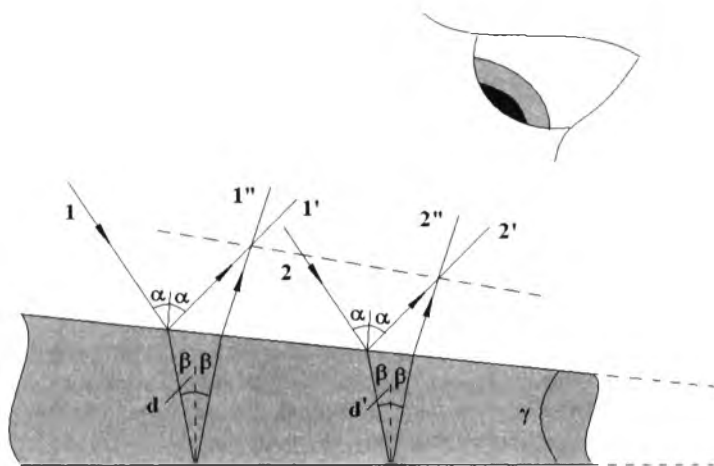


Fig. 12.5. Interferencja światła w klinowej warstewce aragonitu. Dla większej przejrzystości ilustrowanego zjawiska zrezygnowano z uwzględnienia skutków podwójnego załamania światła w kryształach anizotropowym optycznie.

równoważna różnicy dróg równej połowie długości fali (różnica faz  $2\pi$  = różnica dróg  $\lambda$ ).  
Ponieważ

$$\lambda/n = \lambda_n$$

otrzymujemy więc

$$2dn = (m + 1/2)\lambda, \quad m = 0, 1, 2, \dots, \text{ (maksima wzmocnienia).}$$

Warunek na natężenie minimalne jest natomiast następujący:

$$2dn = m\lambda, \quad m = 0, 1, 2, \dots, \text{ (minima wzmocnienia).}$$

Równania te są słuszne, jeżeli współczynnik refrakcji aragonitu jest większy lub mniejszy od współczynnika refrakcji ośrodków, znajdujących się po obu stronach warstewki aragonitu. Warstewki aragonitu między warstewkami konchioliny, powietrza, rzadziej wody to najczęstsze realne sytuacje warstwek tworzących masę perłową, do których stosują się te równania. Na podstawie tego rozumowania, znając niezbędne parametry, można np. przewidzieć barwę światła odbitego, wytworzoną przez światło białe padające na znajdującą się w powietrzu warstewkę masy perłowej ( $n_a = 1,53$ ;  $n_r = 1,685$ ) o określonej grubości  $d$ , np. 400 nm (jest to na przykład najczęściej stwierdzana grubość płytek aragonitowych uchowców). Z warunku na maksimum obliczamy  $\lambda$  dla minimalnej wartości  $n$ :

$$\lambda = 2dn / (m + \frac{1}{2}) = 2 \cdot 400 \text{ nm} \cdot 1,53 / (m + \frac{1}{2}) = 1224 \text{ nm} / (m + \frac{1}{2})$$

Obliczamy  $\lambda$  dla kolejnych  $m$ :

jeśli  $m = 0$  to  $\lambda = 2448 \text{ nm}$  - poza zakresem widzialnym,

jeśli  $m = 1$  to  $\lambda = 816 \text{ nm}$  - poza zakresem widzialnym,

**jeśli  $m = 2$  to  $\lambda = 489,6 \text{ nm}$  - w zakresie widzialnym (barwa niebieska),**

jeśli  $m = 3$  to  $\lambda = 349,7 \text{ nm}$  - poza zakresem widzialnym,

jeśli  $m = 4$  to ...

Z kolei z tego samego warunku na maksimum obliczamy  $\lambda$  dla maksymalnej wartości  $n$ :

$$\lambda = 2dn / (m + \frac{1}{2}) = 2 \cdot 400 \text{ nm} \cdot 1,685 / (m + \frac{1}{2}) = 1348 \text{ nm} / (m + \frac{1}{2})$$

Obliczamy  $\lambda$  dla kolejnych  $m$ :

jeśli  $m = 0$  to  $\lambda = 2696 \text{ nm}$  - poza zakresem widzialnym,

jeśli  $m = 1$  to  $\lambda = 898,6 \text{ nm}$  - poza zakresem widzialnym,

**jeśli  $m = 2$  to  $\lambda = 539,2 \text{ nm}$  - w zakresie widzialnym (barwa zielona)**

**jeśli  $m = 3$  to  $\lambda = 385,1 \text{ nm}$  - na skraju zakresu widzialnego (barwa fioletowa),**

jeśli  $m = 4$  to .... - poza zakresem widzialnym.

W rezultacie sama tylko zmiana płaszczyzny padania światła może oznaczać zmianę barwy interferencyjnej warstewki aragonitowej z niebieskiej na zielonawą. I taką zmianę można obserwować podczas manipulacji masą perłową, mającą płytki aragonitowe o grubości założonej w przykładowych obliczeniach tj. 400 nm, np. gatunek *Haliotis iris*.

Jeżeli grubość warstewki aragonitu nie jest wszędzie jednakowa, to pewne jej części w warunkach oświetlenia monochromatycznego spełnią warunek interferencji osłabiającej natężenie światła, a inne – warunek interferencji wzmacniającej natężenie światła. Powstają wówczas linie minimalnego i maksymalnego natężenia, czyli prążki interferencyjne. Zwane są one prążkami stałej grubości, gdyż każdy prążek odpowiada zbiorowi punktów, dla których grubość płytki  $d$  jest jednakowa. Jeśli zaś warstewka jest oświetlona światłem białym, to interferencja światła odbitego od wierzchniej i spodniej powierzchni warstewki aragonitowej o zmiennej grubości będzie różna dla różnych długości fal..

Prążki interferencyjne powstają zatem w tych punktach, gdzie grubość warstewki aragonitowej ma stałą wartość. Kolejne prążki (o kolejnych numerach  $m$  określających rząd interferencji) powstają tam, gdzie grubość klinowej warstewki jest równa kolejnym wielokrotnościom połówek długości fali świetlnej. Oczywiście jest, że jeśli klinowata warstewka utworzona jest przez płaskie powierzchnie odbijające, to prążki tworzą system równoległych linii o wzajemnej odległości:

$$\Delta s = \lambda/2\gamma$$

gdzie:  $\Delta s$  – wzajemna odległość prążków interferencyjnych,  
 $\lambda$  – długość fali użytego światła,  
 $\gamma$  – kąt zbieżności powierzchni warstewki o klinowej geometrii.

W przypadku, gdy powierzchnie ograniczające i odbijające światło nie są zupełnie płaskie, to układ prążków interferencyjnych tworzy swoistą „mapę izoliniową”, odzwierciedlającą zmiany grubości optycznej warstewki aragonitowej o ogólnej klinowej geometrii poprzez identyczność barwy w tym miejscu (fig. 12.6). Przejście do innej grubości optycznej warstewki klinowej skutkuje zmianą barwy.

Powstawanie prążków opisanego typu, to jest prążków, które wydają się znajdować na powierzchni warstewki aragonitowej i związane są z jej grubością, teoretycznie jest możliwe tylko wtedy, gdy warstewka jest „cienka”, co oznacza, że jej  $d$  nie przekracza najwyższej kilku długości fali świetlnej. W praktyce możliwość tę zmniejsza jeszcze bardziej ograniczona przepuszczalność światła przez tabliczkowe kryształy aragonitu. Dla doskonałych przezroczystych pakietów warstewek złożonych z grubych kryształów (powiedzmy, o  $d$  grubości około 0,1 mm), różnica dróg między dwoma promieniami będzie równa już bardzo

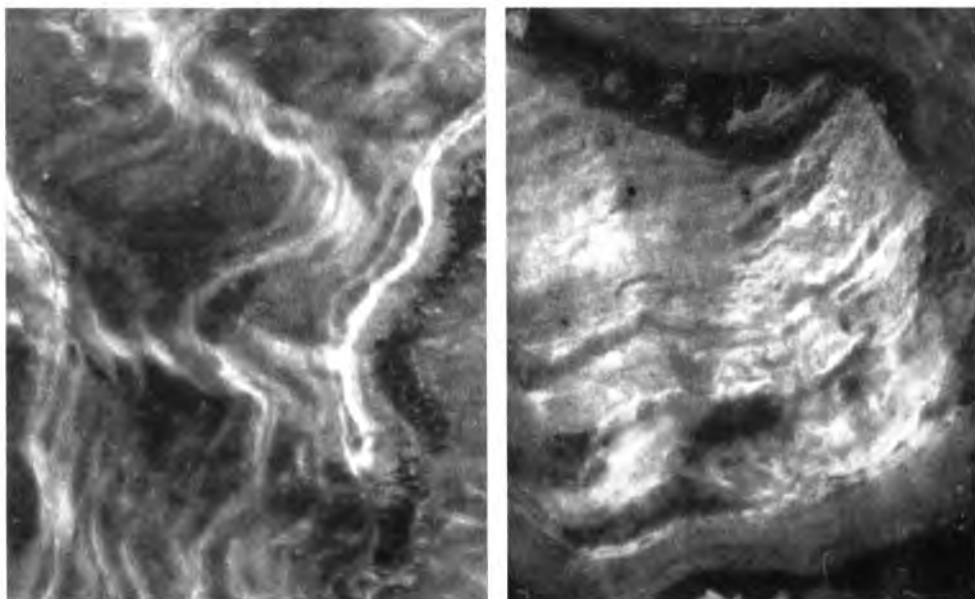


Fig. 12.6. Binokular gemmologiczny. Masa perłowa *Haliotis corrugata* (zdjęcie lewe) i *Haliotis fulgens* (zdjęcie prawe). Powierzchnie warstewek aragonitowych ograniczające i odbijające światło nie są jednakowej grubości; układ prążków interferencyjnych tworzy swoistą „mapę izoliniową” odzwierciedlającą grubość optyczną warstewki aragonitowej.

wielu długościom fali i różnica fazy w danym punkcie na warstewce aragonitu będzie się zmieniać gwałtownie, nawet gdy tylko trochę przesuniemy się z punktu O. Dla warstewek „cienkich” natomiast ta sama różnica fazy, która istnieje w punkcie O, istnieje też w najbliższym otoczeniu tego punktu; wokół dowolnego punktu warstewki, może więc wystąpić „jasna aureola”. Prążki interferencyjne można też wytworzyć dla bardziej grubych warstewek, nie są one jednak umiejscowione na powierzchni warstewki, lecz znajdują się w



nieskończoności i żeby je zobaczyć, należałoby użyć soczewki skupiającej. Ale to zagadnienie nie dotyczy w zasadzie już masy perłowej.

Wspomniano już uprzednio, że minimalna grubość warstewki aragonitu w masie perłowej może w niektórych miejscach wynosić ledwie kilka czy kilkanaście nanometrów. Przy tak małej grubości warstewki różnica faz promieni, wynikająca z różnicy ich dróg optycznych jest zanedbywalnie mała i w formowaniu efektu optycznego pozostaje jedynie znaczące przesunięcie o  $180^\circ$ , wynikające z odwrócenia fazy przy jednym z odbić. W konsekwencji interferencja staje się destruktywna i w ten sposób płytka zredukowana do minimalnej grubości zawsze będzie wydawać się optycznie bardzo ciemna, prawie czarna.

Fale świetlne są spójne, gdy różnica faz spotykających się w przestrzeni fal, w każdym punkcie jest niezależna od czasu. Fale, pochodzące z tego samego źródła, są spójne niezależnie od przebytych dróg. Spójność fal jest warunkiem otrzymania nie zmieniającego się w czasie obrazu interferencyjnego. Gdyby tak nie było, to miejsca wzmocnień i wygaszeń wędrowałyby przypadkowo po całym polu interferencyjnym.

Przyrządem spełniającym wymóg spójności fal wchodzących w interferencję jest siatka dyfrakcyjna. Jest to płytka z przezroczystego materiału, na której wykonano w jednakowych odstępach rysy, stanowiące „przegrody” między gładkimi „szczelinami”. Na takiej siatce znajduje się do kilkuset rys na jednym milimetrze; zatem odległości między nimi są niewiele większe od długości fal świetlnych. Wskutek dyfrakcji (ugięcia) fal świetlnych na owych „przeszkodach” może dojść do interferencji owych fal. Z ogólnego warunku interferencji wiadomo, że dla interferujących fal maksymalne wzmocnienia występują w punktach, dla których różnica odległości od „szczelin” jest całkowitą wielokrotnością długości fali, a całkowite wygaszenia, gdy jest ona nieparzystą wielokrotnością połowy długości fali.

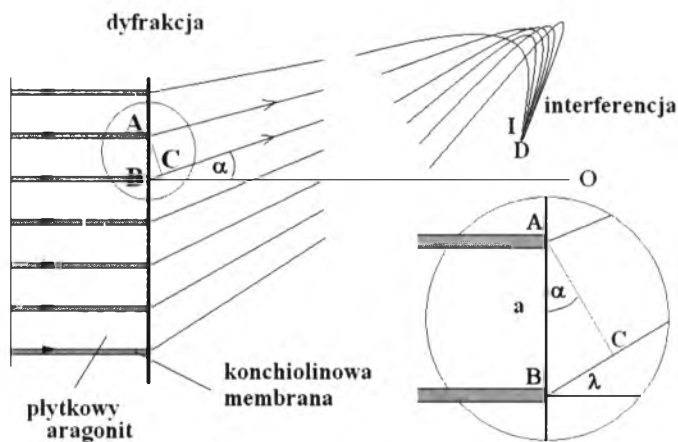


Fig. 12.7. Dyfrakcja i interferencja światła przez masę perłową uchwyców wzorem transmisyjnej siatki dyfrakcyjnej.

Miejsce, w którym spotykają się promienie bez różnicy dróg i w zgodnych fazach jest najjaśniejsze (fig. 12.7, punkt O). Dla pary prążków „I rzędu” fazy też są zgodne, ale różnica dróg promieni wychodzących z sąsiednich szczelin jest równa długości fali (fig. 12.7, punkt D); dla prążków „II rzędu” – dwóm długościom fali, dla „III rzędu” – trzem, itd.

Z analizy geometrycznej trójkątów ACD i ACB (fig. 12.7) wynika, że:

$$BC/AB = \lambda/a = \sin \alpha$$

gdzie symbol  $a$  oznacza odległość między „przegrodami”; jest to tzw. stała siatki dyfrakcyjnej.

Zatem

$$\lambda = a \sin \alpha$$

a dla prążka  $n$ -tego rzędu będzie to:

$$n\lambda = a \sin \alpha_n$$

Znając dwa z trzech parametrów można łatwo obliczyć trzeci z nich. W przypadku użycia światła białego prążki interferencyjne będą barwne, przy czym najbliższe prążka zerowego znajdują się barwy fioletowe, a najdalej czerwone.

Analiza mikroteksturalna masy perłowej wskazuje, że ma ona wiele atrybutów siatki dyfrakcyjnej. Są nimi:

- grubość przezroczystych lub przeświecających tabliczek aragonitu, odpowiadająca zakresem długościom fal elektromagnetycznych, wchodzącym w skład widma widzialnego; mogą one pełnić rolę „szczelin” owej siatki dyfrakcyjnej
- konchiolinowy „międzyłytkowy nanofilm” (konchiolinowa membrana) absorbujący światło; może on pełnić rolę „przegród” owej siatki dyfrakcyjnej.

Jedyną niedogodność polega na tym, że w przypadku siatki dyfrakcyjnej transmisyjnej trzeba założyć kierunek padania światła zgodny z warstewkowaniem masy perłowej, co w większości realnie spotykanych sytuacji trudne jest do praktycznego spełnienia i może dotyczyć np. dyfrakcji i interferencji masy perłowej, zachodzącej w niektórych wyrobach z masy perłowej lub w mikroskopowych płytkach cienkich. Bliższym realnie spotykanym sytuacjom wykorzystania masy perłowej jest model odbiciowej siatki dyfrakcyjnej. W tym przypadku światło przechodzące jest zastąpione przez światło odbite, a rolę „szczelin” siatki dyfrakcyjnej nadal biorą na siebie przeświecające tabliczki aragonitu, podczas gdy „przegrodami” są absorbujące światło międzyłytkowe konchiolinowe „membrany”.

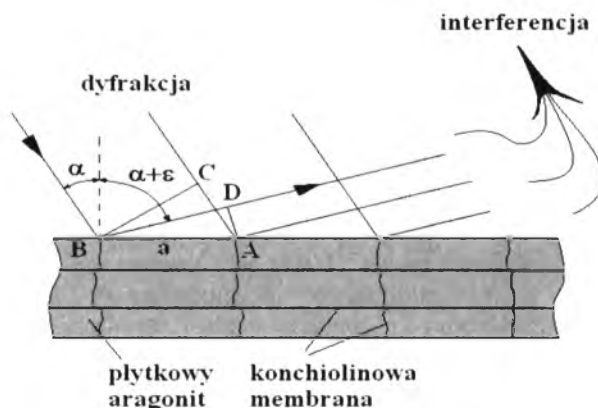


Fig. 12.8. Dyfrakcja i interferencja światła przez masę perłową wzorem odbiciowej siatki dyfrakcyjnej.

Podobnie skutki może rodzić ugięcie światła na tych powierzchniach masy perłowej, które pokryte są wychodniami warstewek aragonitowych o różnym zasięgu powierzchniowym, a tworzące struktury tarasikowe. Przy kącie padania światła  $\alpha$  (fig. 12.8), różnica dróg dwu promieni padających na odpowiadające sobie punkty dwu sąsiednich elementów uginających

jest równa odcinkowi CA. Geometrycznie znajdujemy, że różnica dróg promieni padających równa odcinkowi CA wynosi:

$$CA = a \sin \alpha$$

Analogicznie z trójkąta ABD znajdujemy, że różnica dróg dwu promieni ugiętych wynosi:

$$BD = a \sin (\alpha + \epsilon)$$

W rezultacie różnicę dróg (T) powstała wskutek ugięcia światła da się wyrazić równaniem:

$$T = CA - BD = a [\sin \alpha - \sin (\alpha + \epsilon)]$$

Wzmocnienie interferujących promieni ugiętych otrzyma się wówczas gdy :

$$a [\sin \alpha - \sin (\alpha + \epsilon)] = m\lambda$$

gdzie:

m – liczba całkowita

$\lambda$  – długość fali użytego światła.

W obserwacji efektu perłowego udało się odróżnić barwę podstawową masy perłowej wywołaną absorpcją, od iryzujących refleksów barwnych, wytworzonych interferencją spowodowaną różnymi przyczynami. Obecność owych iryzujących refleksów barwnych jest określana mianem orientu w masach perłowych o jasnej barwie podstawowej i overtonu w masach perłowych o ciemnej barwie podstawowej. Stwierdzono, że im warstewki masy perłowej są cieńsze i liczniejsze, tym orient jest bardziej wyrazisty. Jest to zatem efekt zależny od grubości warstewek masy perłowej i ich transparentności. W przypadku mas perłowych szczególnie ciemnych (nieomal czarnych), z uwagi na silną absorpcję przejawianą przez obficie występującą tam konchiolinę, overton jest bardzo słabo widoczny. W takich masach perłowych uwagę obserwatora przyciąga głównie połysk.

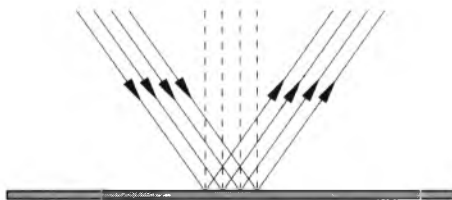


Fig.12.9. Odbicie światła od płaskiej powierzchni.

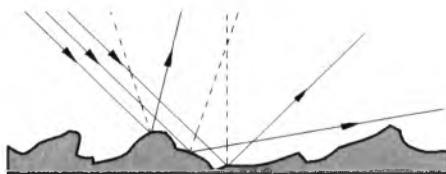


Fig. 12.10. Odbicie światła od powierzchni nierównej (rozproszenie światła).

Światło odbija się od powierzchni płaskiej pod tym samym kątem, pod którym pada, a promień odbity leży w płaszczyźnie padania (fig. 12.9). Odbicie ma miejsce, gdy

powierzchnia odbijająca światło jest naprawdę płaska, tzn. ewentualne nierówności mają wielkość mniejszą od długości fali padającego światła. Od powierzchni nie spełniającej tego warunku światło odbija się w różnych kierunkach, czyli ulega rozproszeniu (fig. 12.10). Powierzchnie, które rozpraszają fale światła o wszystkich częstotliwościach, mają barwę białą; z kolei obiekty pochłaniające światło widziane są jako czarne. Natomiast obiekty barwne to przeważnie te, które podczas rozpraszania światła białego na swej powierzchni absorbują część padającego na nie promieniowania widzialnego, a rozpraszają tę, która tworzy daną barwę. Z kolei barwne ciała przezroczyste przepuszczają część tworzącego barwę promieniowania widzialnego, a pozostałą część pochłaniają.

Refleks odbitego światła odbierany jest jako tzw. połysk, a jego jakość jest poniekąd miarą doskonałości powierzchni odbijającej światło. Promień światła, padając na granicę ośrodków, ulega zwykle tylko częściowemu odbiciu, a częściowo przechodzi do drugiego ośrodka. Jeśli zostaje niemal w całości odbity, to powierzchnię tak traktującą światło nazywa się zwierciadlaną. Może ona być płaska, wklęsła lub wypukła. Masa perłowa może mieć tak wysoką jakość powierzchni, że uzyskuje własności porównywalne z własnościami powierzchni zwierciadlanej; jej lustrzany połysk wyraża się lustrzanym odbiciem pobliskich przedmiotów i postaci. Z pogorszeniem jakości powierzchni koreluje się zwykle pogorszenie

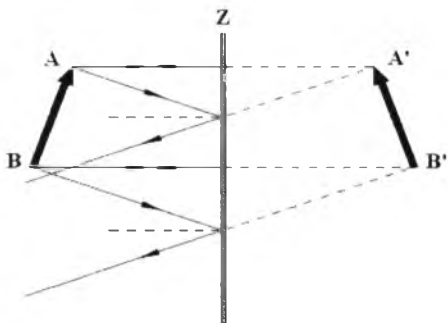


Fig. 12.11. Przedmiot (AB) i jego pozorny obraz (A'B') w lustrzanej powierzchni masy perłowej (Z).

zwierciadlanych własności masy perłowej; wzrasta rozproszenie światła, a równolegle do utraty połysku powierzchnia staje się coraz to bardziej matowa. Płaskie powierzchnie masy perłowej o własnościach zwierciadlanych tworzą obraz pozorny prosty, a lewa strona obrazu jest odbiciem prawej strony przedmiotu (fig. 12.11). Powierzchnie wypukłe o dobrej jakości masy perłowej, np. powierzchnia perły czy półperły (fig. 12.12) lub wklęsłe, np. wnętrze muszli wyścielonej masą perłową (fig. 12.13) tworzą obraz rzeczywisty lub pozorny, odwrócony lub prosty, pomniejszony lub powiększony, zależnie od wzajemnych relacji położenia przedmiotu, powierzchni masy perłowej o własnościach zwierciadlanych i jej ogniskowej. Dla takich powierzchni można ustalić też dawane powiększenie lub pomniejszenie. Określa je ( $p$ ) stosunek wielkości obrazu do wielkości odbitego przedmiotu. Z powiększeniem ma się do czynienia, gdy ten stosunek jest większy od jedności, a z pomniejszeniem, gdy ten stosunek jest mniejszy od jedności. Oczywiście dla  $p = 1$  obraz jest tej samej wielkości co przedmiot. Powiększenie można wyrazić także poprzez odległość przedmiotu ( $x$ ) i obrazu ( $y$ ) od zwierciadła ( $Z$ ). Z rozważań geometrycznych da się łatwo wyprowadzić związek między ogniskową ( $f$ ) zwierciadła i odległościami  $x$  (przedmiotu) oraz  $y$  (obrazu) od takiego zwierciadła. Rezultatem tego związku jest tzw. równanie zwierciadła:

$$1/f = 1/x + 1/y$$

Równanie to można przekształcić tak, by pokazywało odległość obrazu w funkcji odległości przedmiotu od powierzchni zwierciadlanej:

$$y = fx/x - f$$

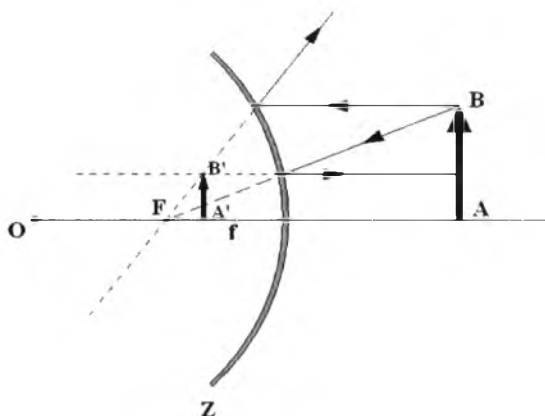


Fig. 12.12. Przedmiot (**AB**) i jego pozorny, pomniejszony, prosty obraz (**A'B'**) w lustrzanej wypukłej powierzchni masy perłowej (**Z**).

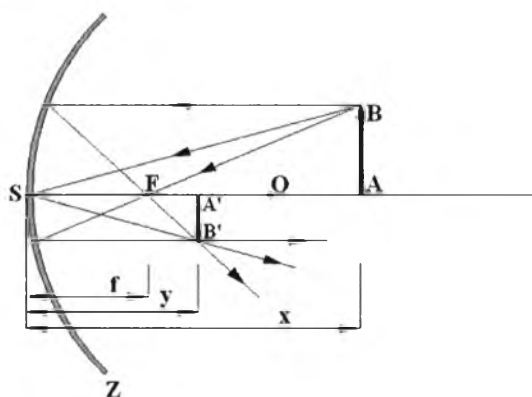


Fig. 12.13. Przedmiot (**AB**) i jego rzeczywisty, pomniejszony, odwrócony obraz (**A'B'**) w wklęsłej lustrzanej powierzchni masy perłowej wyścielającej wnętrze muszli mięczaka (**Z**).

Z wykresu tej zależności można odczytać (fig. 12.14), że  $y$  może przybierać wartości dodatnie lub ujemne. Łatwo też można zauważyć, że  $y$  jest mniejsze od zera, gdy odległość obrazu jest mniejsza od ogniskowej powierzchni zwierciadlanej. Wówczas promienie odbite od zwierciadła nie przecinają się lecz rozbiegają; przedłużenia tych promieni przecinają się za zwierciadłem, tworząc obraz pozorny w odległości  $|y|$ . Dla obrazów pozornych powiększenie da się wyrazić stosunkiem  $p = |y|/x$ . Z kolei  $y$  jest liczbą dodatnią, gdy obraz powstaje po tej

samej stronie powierzchni zwierciadlanej, po której znajduje się dający obraz przedmiot. Gdy przedmiot jest umieszczony w ognisku powierzchni zwierciadlanej, to obraz nie powstaje, gdyż promienie odbite od zwierciadła są równoległe. Dla  $f < x < 2f$  obraz jest rzeczywisty, powiększony i odwrócony, a dla  $x > 2f$  rzeczywisty, pomniejszony i odwrócony

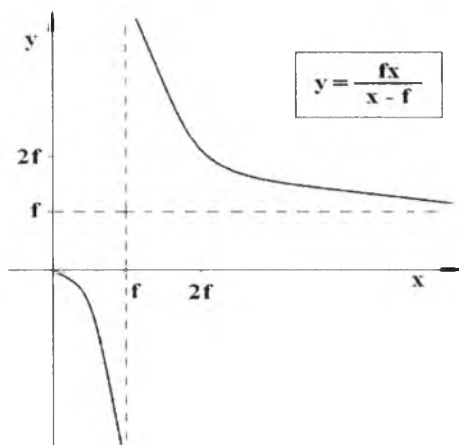


Fig. 12.14. Odległość obrazu w funkcji odległości przedmiotu od zwierciadła wklęsłego.

Powierzchnia masy perłowej, tworzącej perłę, zachowuje się jak zwierciadło wypukłe, stanowiące część zewnętrznej powierzchni kuli. Promienie świetlne, padające na taką powierzchnię równoległe do osi optycznej, po odbiciu tworzą zawsze wiązkę rozbieżną. Jeśli promienie te padają na taką powierzchnię pod małymi kątami, to ich przedłużenia przecinają się w punkcie, który zwany jest ogniskiem pozornym. Znajduje się ono za tą powierzchnią w odległości  $r/2$  od jego geometrycznego środka krzywizny. Powstający obraz jest zawsze pozorny, pomniejszony i prosty. Równanie zwierciadła wypukłego różni się od równania zwierciadła wklęsłego tym, że należy w nim stosować ujemną wartość ogniskowej (przyjętą umownie).

Jakość połysku masy perłowej ocenia się pośrednio poprzez jakość tworzonych obrazów zwierciadlanych. Im są one wyraźniejsze, bardziej czytelne, tym jakość połysku oceniana jest wyżej. Ideałem byłby połysk porównywalny z połyskiem dawanym przez lustro. Ale tak wysokiej jakości połysku masy perłowej się nie spotyka.

Naturalna powierzchnia masy perłowej bywa niekiedy obficie pokryta bardzo drobnymi zarodkami płytkowego aragonitu lub membraną konchiolinową (porównaj rozdział 5 i 6). Z oczywistych powodów połysk takich powierzchni jest wyraźnie niższej jakości, przeważnie matowy. Dla podniesienia jego jakości rutynowo stosowane bywają zabiegi, polegające na delikatnym usunięciu wszelkich „chropowatości” i „zanieczyszczeń” ograniczających odbicie światła przez masę perłową i powodujących jego rozproszenie. Dość pospolicie stosowana procedura tego typu polega na delikatnym „szlifowaniu” powierzchni masy perłowej i pereł wilgotną papką drobnokrystalicznej soli kamiennnej (tzw. kąpiel solna”), bądź też wilgotnymi wiórkami i trocinami bambusa (tzw. kąpiel drzewna). Niekiedy w miejsce środków naturalnych bywają stosowane chemiczne środki nabłyszczające. Ich wysoka skuteczność jest jednak dość krótkotrwała, gdyż „oczyszczona” tym sposobem perła i/lub masa perłowa szybko tracą swoje walory estetyczne.

### 13. Szacowanie wartości pereł naturalnych i hodowanych

Pierwsze próby normalizacji wartościowania pereł w oparciu o ich wielkość i cechy jakościowe pochodzą z XVII wieku. Informacje na ten temat można znaleźć w dziełach J.B. Tavernier'a, nadwornego złotnika Ludwika XIV. Jego sposób myślenia do dziś nie stracił na aktualności. Najprostszym wyrazem idei J.B. Tavernier'a jest np. tzw. *pentagram Siu* stosowany względem „czarnych” pereł (fig. 13.1). Uwzględnia on kilka najistotniejszych, łatwo identyfikowalnych cech „czarnych” pereł. Im ciaśniej skupiają się wokół centrum diagramu, tym wyższej wartości jest pereła.

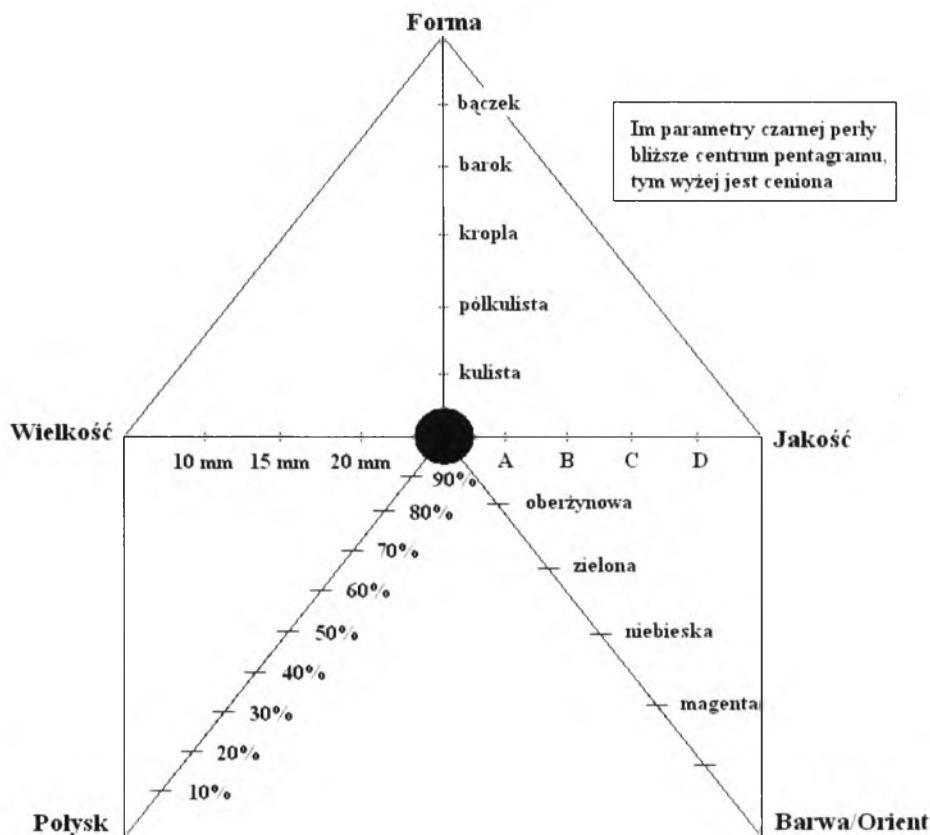


Fig. 13.1. Pentagram B. Siu do uproszczonej oceny wartości "czarnej" pereł.

Bardziej jednoznaczny, dość szeroko akceptowany w Europie i USA sposób postępowania stosowany przy wartościowaniu pereł naturalnej polega na:

- ustaleniu ceny bazowej (ceny podstawowej), czyli tzw. współczynnika wartości; jej wielkość ustala się przez szacowanie cech jakościowych pereł, tj. wielkości (wymiarów/masy), kształtu/formy, połysku i jakości powierzchni powłoki perełowej, także barwy/orientu podstawowej pereł (uwzględnia się przy tym preferencje lokalne lub regionalne).

- obliczeniu wartości pereł naturalnej z iloczynu kwadratu masy pereł, wyrażonej w granach i ceny bazowej (tzw. współczynnika wartości).

Przykład obliczenia wartości słonowodnej perły naturalnej.

Jeśli jest to perła o masie 6 granów, a cena bazowa wynosi 3800 zł, to wartość perły wyniesie:

$$3800 \text{ zł} \times 6^2 = 136800 \text{ zł.}$$

Odpowiednio cena bazowa dwu identycznych co do wielkości i jakości słonowodnych pereł naturalnych, czyli pereł „dopasowanych” wyniesie 7600 zł, zatem będzie to podwojona cena bazowa jednej perły, przy trzech będzie to potrojona cena bazowa jednej perły, itd. W rezultacie wartość dwu pereł „dopasowanych” wyniesie:

$$7600 \text{ zł} \times 12^2 = 1094400 \text{ zł};$$

analogicznie należy postąpić z większymi liczbami pereł „dopasowanych”.

Inaczej określa się wartość naszyjnika i garnituru z pereł naturalnych. W takiej sytuacji czynnik dopasowania z założenia nie jest uwzględniany, co najwyżej jest ograniczony do pewnych cech jakościowych, np. zakresu kształtów, odcieni barw, itp. Przy określaniu wartości naszyjnika pierwszą czynnością, ze względu na zróżnicowane wymiary pereł, jest ustalenie tolerancji wymiarów, np. 0,5 mm, dzięki której możliwe jest dokonanie podziału pereł na grupy wielkościowe. Następnie wyznacza się sumaryczną masę każdej z grup i oblicza średnią masę perły w grupie. Stanowi to podstawę do ustalenia masy przeliczeniowej i współczynników bazowych poszczególnych grup. Suma współczynników bazowych pomnożona przez współczynnik wartości określa wartość naszyjnika.

Przykład obliczenia wartości naszyjnika z słonowodnych pereł naturalnych.

Naszyjnik składa się ze 115 pereł o łącznej masie 168,28 granów. Współczynnik wartości określony na podstawie cech jakościowych wynosi 3800 zł.

Niezbędne do wyceny obliczenia zebrano w tabeli 13.1.

Tab. 13.1. Obliczenia do ustalenia wartości naszyjnika z pereł naturalnych

Grupy wielkościowe (liczba pereł) [sztuki]	Sumaryczna masa grupy [gran]	Średnia masa perły [gran]	Masa przeliczeniowa [gran]	Współczynnik bazowy
1	2	3	4	5
1	8,50	8,50	$8,50 \times 8,50$	72,25
4	20,20	5,05	$20,20 \times 5,05$	102,01
10	32,50	3,25	$32,50 \times 3,25$	105,63
16	36,12	2,26	$36,12 \times 2,26$	81,63
28	35,92	1,28	$35,92 \times 1,28$	45,98
56	35,04	0,63	$35,04 \times 0,63$	22,08
Suma = 115	Suma = 168,28			Suma = 429,58

Wartość naszyjnika wynosi zatem  $3800 \times 429,58 = 1\,632\,404 \text{ zł}$ .

Przykład obliczenia wartości garnituru z słonowodnych pereł naturalnych.

Garnitur pereł częściowo „dopasowanych” składa się z dwu łańcuchów o łącznej masie 379,26 granów, przy czym łańcuch zewnętrzny zawiera 75 pereł, a wewnętrzny 73 pereł. Współczynnik wartości określony na podstawie cech jakościowych wynosi 5200 zł.

Niezbędne do wyceny obliczenia zestawiono w tabeli 13.2.



Tab. 13.2. Obliczenia do ustalenia wartości garnituru z pereł naturalnych

Grupy wielkościowe (liczba pereł) [sztuki]	Sumaryczna masa grupy [gran]	Średnia masa pereł [gran]	Masa przeliczeniowa [gran]	Współczynnik bazowy
1	2	3	4	5
75	253,12	3,37	253,12 x 3,37	853,01
73	126,14	1,73	126,14 x 1,73	218,22
Suma = 148	379,26			1071,23

Wartość garnituru wynosi zatem  $5200 \times 1071,23 = 5\,570\,396 \text{ zł}$

Szacownie wartości pereł hodowanej polega na określeniu stopnia przybliżenia wszystkich najważniejszych cech jakościowych pereł badanej do pereł wzorcowej. Jest obliczany jako średnia arytmetyczna współczynników cząstkowych i podawany z dokładnością do 0,01.

Przykład obliczenia sumarycznego współczynnika oszacowania i wartości pereł jądrowej hodowanej.

Ocenie poddano hodowaną perełę jądrową o kulistym kształcie, średnicy 6,7 mm, barwy białej o różowym overtonie, dobrym połysku, licznych widocznych defektach powierzchni i średniej grubości powłoki perłowej.

Cząstkowe współczynniki oszacowania (patrz rozdział 11, tabele 11.2 – 11.8):

- wielkość 40%,
- kształt/forma 100%,
- barwa/overton 90%,
- połysk 85%,
- cechy powierzchni 70%,
- grubość powłoki 65%.

Sumaryczny współczynnik oszacowania:  $450/6 = 75\%$  (0,75).

Jeżeli ustalona na podstawie notowań giełdowych lub innych danych cena bazowa (tzw. współczynnik wartości) pereł wzorcowej o średnicy 7 mm wynosi np. 6800 zł, wówczas wartość pereł badanej wyniesie 5100 zł, gdyż  $6800 \text{ zł} \times 0,75 = 5100 \text{ zł}$ .

Odpowiednio, wartość dwu pereł o zbliżonych parametrach jakościowych wyniesie 10200 zł, trzech pereł – 15300 zł, itd.

W przypadku braku idealnego dopasowania pereł, szczególnie z uwagi na barwę i kształt, możliwe jest obniżenie ceny nawet o około 15%.

W podobny sposób postępuje się przy wartościowaniu garniturów i naszyjników z pereł. Dla garniturów cechy jakościowe określa się na podstawie badania 2-3 dowolnie wybranych pereł, a uzyskane wyniki rozciąga się na wszystkie pereł garnituru. Przy wartościowaniu naszyjników liczebność pereł poddanych szczegółowej ocenie zwiększa się do 5-7. Cechę wielkości pereł w naszyjniku wyraża się średnią arytmetyczną średnic dwu pereł końcowych, pereł położonej centralnie i czterech pereł dowolnie wybranych ze środka naszyjnika.

Wycena garniturów i naszyjników nie jest skomplikowana, gdyż ich ceny bazowe są ustalane dla całych wyrobów o znormalizowanej długości i o odpowiednio dobranych średnicach pereł.

Ale nie jest to jedyny sposób szacowania wpływu poszczególnych kryteriów jakościowych na wartość pereł. Stosowane są też inne, np.:

- barwa = 10%
  - forma = 15%
  - połysk = 25%
  - powłoka = 25%
  - jakość powierzchni = 20%
  - dopasowanie = 5%.
- Suma: 100%

lub też:

### 1. Forma

#### kulista

Idealnie kulista	Kulista	Lekko niekulista	Owalna	Półbarok
10	9 – 7	6 – 4	3 – 2	1
Kompletacja: wszystkie doskonale kuliste	Kompletacja: większość doskonale kulista	Kompletacja: tylko niektóre mogą być kuliste	Kompletacja: większość nie jest kulista	Kompletacja: wszystkie niekuliste lub barokowe

#### barokowa

Nieregularna bryła, brak wypustek	Nieregularna bryła, niewielkie wypustki	Nieregularna bryła, duże wypustki
10 – 8	7 – 4	3 – 1

### 2. Powłoka perłowa

Bardzo gruba	Gruba	Średnia	Cienka	Bardzo cienka
10	9 – 7	6 – 4	3 – 2	1
2 lata hodowli	1,5 – 2 lat hodowli	1 – 1,5 roku hodowli	9 miesięcy – 1 roku hodowli	poniżej 9 miesięcy hodowli
0.50 mm	0.49 – 0.34 mm	0.35 mm	0.34 – 0.25 mm	0.25 mm or less

### 3. Połysk

Bardzo wysoki	Wysoki	Średni	Słaby	Bardzo słaby
10	9 – 8	7 – 5	4 – 2	1

### 4. Barwa/overton

Biała	Różowa	Biała	Kremowa jasna	Biała	Kremowa średnia	Różowa	Kremowa średnia	Kremowa ciemna	Kremowa ciemna	Żółta	Żółta
różowy	różowy	brak	różowy	zielony	różowy	zielony	brak / zielony	różowy	brak / zielony	zielony / różowy	brak
10 – 9	10 – 9	8 – 7	8 – 7	7 – 6	6 – 5	5 – 4	4 – 3	4 – 3	4 – 4	3 – 2	2 – 1

### 5. Jakość powierzchni

Bez skazy	Bardzo dobra	Zadowolająca	Zdefektowana	Silnie zdefektowana
10	9 – 7	6 – 4	3 – 2	1

## 6. Dopasowanie

Idealne	Bardzo dobre	Dobre	Dostateczne	Kiepskie
10	9 – 7	6 – 4	3 – 2	1

albo też w odniesieniu do *perel mabe*:

**System punktowy oceny *perel mabe*:** możliwe jest uzyskanie przez perłę do 100 punktów

Możliwa jakość perły:

- **gem** od 90 punktów
- **A** od 75 punktów
- **B** od 55 punktów
- **C** od 40 punktów

Cechy punktujące:

- **barwa**, maksymalnie do 40 punktów
- **połysk**, maksymalnie do 30 punktów
- **powierzchnia**, maksymalnie do 30 punktów

### BARWA:

#### intensywna:

- błękitna 40
- niebieska / zielona 30
- zielona/magenta 30

#### średnia:

- zielona/różowa 20
- zielona /niebieska 20

#### blada:

- zielona/kremowa 10
- niebieska/kremowa 10

### POLYSK:

- lustrzany 30
- szklisty 20
- jedwabisty 10
- matowy 5

### POWIERZCHNIA:

- gładka 30
- równa 25
- nieco nierówna 20
- nierówna 15
- bardzo nierówna 10

Perły słonowodne osiągają na rynkach światowych wyższe ceny niż perły słodkowodne. Wynika to z wielu przesłanek. Jedną z najistotniejszych jest koszt hodowli. Jest on wyraźnie wyższy w porównaniu z kosztem hodowli perel słodkowodnych. Wynika to z:

- niższej produktywności małży słonowodnych. (po 1-2 perły w jednym, rzadziej dwu lub trzech rzutach wszczepów w tym samym pokoleniu) w porównaniu z małżami słodkowodnymi (20-30 perel w każdym z kilku rzutów w tym samym pokoleniu).

- wysokich kosztów profesjonalnej implantacji wszczepu,
- wysokich kosztów pozyskania dobrej jakości sztucznych jąder,
- wysokich kosztów kolektazu osobników młodocianych,
- wysokiej śmiertelności małży (finalnie perłę wytwarza tylko około 1/3 małży zaangażowanych na wstępie w proces hodowli),

Porównywanie cen jest zawsze problemem złożonym. Dla jego rozwiązania większość ludzi poszukuje prostego sposobu. Wielu chciałoby mieć prostą listę kategorii pereł i odpowiadających im cen, uwzględniających jednocześnie ich jakość. Niestety, wobec nieustannie, dynamicznie zmieniającego się rynku i wobec barku powszechnie akceptowanego systemu notacji jakości pereł nie jest to możliwe. Nie oznacza to jednak całkowitej bezzradności w tym względzie. Można wskazać kilka przesłanek pomagających porównywać cenowo pereły różniące się kategorią i jakością. Najlepiej to uczynić przez zestawienie tabel wzorcowych cen, które winny służyć jako podstawa i wskazówka do rzetelnego porównywania cen realnych pereł. Nie oznacza to jednocześnie, że ceny wskazane w tabelach winny być wprost przenoszone na konkretne egzemplarze pereł znajdujące się w obrocie rynkowym. A oto przykładowe ceny wybranych pereł:

### **Amerykańskie słodkowodne pereły hodowane\***

\* dwie pereły dopasowane – cena wyższa o 10% od sumy cen pereł pojedynczych

#### **Forma: moneta** (w dolarach za sztukę)

Wielkość	Jakość		
	umiarkowana	dobra	bardzo dobra
10,5 x 4 mm	16 -32	40-53	65
12,5 x 4 mm	21-42	50-63	80

#### **Forma: baton** (w dolarach za sztukę)

Wielkość	Jakość		
	umiarkowana	dobra	bardzo dobra
15,2-16 x 3,5 mm	9-20	35	45
16-17 x 3,5 - 4 mm	16-20	45	55
20 x 9,5 x 7 mm	80	150	200

#### **Forma: płaska kropla** (w dolarach za sztukę)

Wielkość	Jakość		
	umiarkowana	dobra	bardzo dobra
17,5 x 8,0 x 5,5 mm	9-20	35	45

#### **Forma: navette** (w dolarach za sztukę)

Wielkość	Jakość		
	umiarkowana	dobra	bardzo dobra
24,5 x 7,0 x 4,5 mm	25-35	56	70

## Garnitury z hodowanych pereł słonowodnych

### Choker (16'')/ Princess (18'')

(cena w dolarach za jeden sznur z zapinką z 14 karatowego złota)

Wielkość pereł	Jakość			
	Handlowa 1-4 B	Umiarkowana 4-6 A	Dobra 6-8 AA	Bardzo dobra 8-10 AAA
2-2,5 mm / 16''	240-380	380-580	580-800	800-1000
2,5-3 mm /16''	220-330	330-550	550-770	770-990
3-3,5 mm /16''	220-330	330-550	550-770	770-990
3,5-4 mm /16''	200-320	320-490	490-590	590-850
4-4,5 mm /16''	200-340	340-530	530-650	650-910
4,5-5 mm /16''	210-370	370-570	570-790	790-1190
5-5,5 mm /16''	240-390	390-630	630-990	990-1430
5,5-6 mm/ 16''	260-400	400-690	690-1050	1050-1700
6-6,5 mm /18''	330-500	500-880	880-1450	1450-1900
6,5-7 mm /18''	370-590	590-1100	1100-1700	1700-2800
7-7,5 mm /18''	450-710	710-1300	1300-2600	2600-4000
7,5-8 mm /18''	700-1100	1100-2500	2500-4600	4600-8000
8-8,5 mm /18''	750-1450	1450-3100	3100-6800	6800-10000
8,5-9 mm /18''	980-1800	1800-4200	4200-8400	8400-12600
9-9,5 mm/18''	2200-4400	4400-9200	9200-16200	16200-25500
9,5-10 mm /18''	2600-8000	8000-16000	16000-29000	29000-42000

### Matinee (24'' - 27'')

(cena w dolarach za jeden sznur z zapinką z 14 karatowego złota)

Wielkość pereł	Jakość			
	Handlowa 1-4 B	Umiarkowana 4-6 A	Dobra 6-8 AA	Bardzo dobra 8-10 AAA
2-2,5 mm / 24''	360-570	570-870	870-1200	1200-1500
2,5-3 mm /24''	330-500	500-830	830-1160	1160-1490
3-3,5 mm /24''	330-500	500-830	830-1160	1160-1490
3,5-4 mm /24''	300-480	480-740	740-890	890-1280
4-4,5 mm /24''	300-510	510-800	800-980	980-1370
4,5-5 mm /24''	320-560	560-860	860-1190	1190-1790
5-5,5 mm /24''	360-570	570-950	950-1490	1490-2150
5,5-6 mm/ 24''	390-600	600-1040	1040-1580	1580-2550
6-6,5 mm /27''	500-750	750-1320	1320-2180	2180-2850
6,5-7 mm /27''	560-890	890-1650	1650-2550	2550-4200
7-7,5 mm /27''	680-1070	1070-1950	1950-3900	3900-6000
7,5-8 mm /27''	1050-1650	1650-3750	3750-6900	6900-12000
8-8,5 mm /27''	1130-2180	2180-4650	4650-10200	10200-15000
8,5-9 mm /27''	1470-2700	2700-6300	6300-12600	12600-18900
9-9,5 mm/27''	3300-6600	6600-13800	13800-24300	24300-38250
9,5-10 mm /27''	3900-12000	12000-24000	24000-43500	43500-63000

### Opera (32" - 36")

(cena w dolarach za jeden sznur z zapinką z 14 karatowego złota)

Wielkość pereł	Jakość			
	Handlowa	Umiarkowana	Dobra	Bardzo dobra
	1-4 B	4-6 A	6-8 AA	8-10 AAA
2-2,5 mm /32"	480-760	760-1160	1160-1600	1600-2000
2,5-3 mm /32"	440-660	660-1100	1100-1540	1540-1980
3-3,5 mm /32"	440-660	660-1100	1110-1540	1540-1980
3,5-4 mm /32"	400-640	640-980	980-1180	1180-1700
4-4,5 mm /32"	400-680	680-1060	1060-1300	1300-1820
4,5-5 mm /32"	420-740	740-1140	1140-1580	1580-2380
5-5,5 mm /32"	480-760	760-1260	1260-1980	1980-2860
5,5-6 mm /32"	520-800	800-1380	1380-2100	2100-3400
6-6,5 mm /36"	660-100	1000-1760	1760-2900	2900-3800
6,5-7 mm /36"	740-1180	1180-2200	2200-3400	3400-5600
7-7,5 mm /36"	900-1420	1420-2600	2600-5200	5200-8000
7,5-8 mm /36"	1400-2200	2200-5000	5000-9200	9200-16000
8-8,5 mm /36"	1500-2900	2900-6200	6200-13600	16600-20000
8,5-9 mm /36"	1960-3600	3600-8400	8400-16-800	16800-25200
9-9,5 mm /36"	4400-8800	8800-18400	18400-32000	32400-51000
9,5-10 mm /36"	5200-16000	16000-32000	3200-58000	58000-84000

### Naszyjnik (19")

(cena w dolarach za jeden sznur z zapinką z 14 karatowego złota)

Wielkość pereł	Jakość			
	Handlowa	Umiarkowana	Dobra	Bardzo dobra
	1-4 B	4-6 A	6-8 AA	8-10 AAA
3 x 7 mm	300-420	420-750	750-950	950-1500
4 x 8 mm	380-460	460-820	820-1250	1250-1800

### Garnitury z hodowanych pereł słonowodnych o barokowej formie

#### Choker (16")/ Princess (18")

(cena w dolarach za jeden sznur z zapinką z 14 karatowego złota)

Wielkość pereł	Jakość			
	Handlowa	Umiarkowana	Dobra	Bardzo dobra
	1-4 B	4-6 A	6-8 AA	8-10 AAA
5,5-6 mm	110-160	160-280	280-400	400-460
6-6,5 mm	140-200	200-380	380-460	460-530
6,5-7 mm	160-220	220-400	400-520	520-600
7-7,5 mm	180-230	230-500	500-800	800-920
7,5-8 mm	280-310	310-600	600-1040	1040-1200
8-8,5 mm	320-360	360-750	750-1200	1200-1380
8,5-9 mm	370-430	430-900	900-1380	1380-1590
9-9,5 mm	690-800	800-1500	1500-3450	3450-3970
9,5-10 mm	1150-1170	1730-3400	3400-4600	4600-5290

**Slonowodne perły hodowane South Sea**  
(cena w dolarach za jedną perłę)

Wielkość perel	Jakość			
	Handlowa (barok) 1-4 B	Umiarkowana 4-6 A	Dobra 6-8 AA	Bardzo dobra 8-10 AAA
10-11 mm	600-1200	1200-2500	2500-3300	3300-5500
11-12 mm	850-1150	1150-2600	2600-3700	3700-5950
12-13 mm	1200-1600	1600-3000	3000-4300	4300-6600
13-14 mm	1450-2650	2650-4200	4200-5500	5500-7700
14-14,5 mm	1800-3400	3400-5500	5500-8200	8200-12400
14,5-15 mm	2250-4200	4200-8200	8200-12400	12400-18000
15-15,5 mm	3400-7000	7000-12000	12000-16400	16400-22000

**Garnitury słodkowodnych chińskich perel „ryżowych”**  
Choker (16'')/Princess (18'')

(cena w dolarach za sztukę w sznurze)

Wielkość perel	Jakość		
	Handlowa	Dobra	Bardzo dobra
3-3,5 mm	2-3	3-4	4-6
3,5-4 mm	3-4	4-6	6-12
4-5 mm	4-5	5-7	7-20

**Perły mabe**

(cena w dolarach za perłę, tylko bardzo dobrej jakości)

Okragła	
10 mm	100
11 mm	110
12 mm	120
13 mm	130
14 mm	140
15 mm	170
16 mm	180-240
17 mm	220-390
18 mm	280-400
19 mm	330-500
20 mm	450-650
Kropla	
12-14 mm	150
14-15 mm	180-220
16-18 mm	300-350

**Tahitańskie „czarne” perły**  
(cena w dolarach za perłę)

Wielkość	Jakość			
	Handlowa C	Umiarkowana B	Dobra B+	Bardzo dobra A
<b>Okrągła</b>				
poniżej 8 mm	150-230	230-300	300-370	370-450
8-8,5 mm	200-240	240-400	400-510	510-680
8,5-9 mm	230-400	400-520	520-700	700-900
9-9,5 mm	290-520	520-730	730-1000	1000-1280
9,5-10 mm	400-540	540-1000	1000-1350	1350-1800
10-10,5 mm	470-950	950-1500	1500-1950	1950-2400
10,5-11 mm	600-850	850-2000	2000-2400	2400-3150
11-11,5 mm	850-1850	1850-2900	2900-3650	3650-4300
11,5-12 mm	1850-3200	3200-3700	3700-4150	4150-5100
<b>Kropła lub guzik</b>				
poniżej 8 mm	130-190	190-250	250-310	310-380
8-8,5 mm	190-240	240-340	340-490	490-630
8,5-9 mm	200-270	370-510	510-670	670-850
9-9,5 mm	280-390	390-730	730-920	920-1160
9,5-10 mm	340-500	500-970	970-1200	1200-1420
10-10,5 mm	370-600	600-1250	1250-1660	1660-2000
10,5-11 mm	550-900	900-1850	1850-2200	2200-2550
11-11,5 mm	730-1700	1700-2450	2450-3150	3150-3750
11,5-12 mm	1220-2450	2450-3550	3550-4000	4000-4850

<b>Bączek</b>			
Wielkość	Jakość		
	Handlowa C	Dobra B	Bardzo dobra A
poniżej 8 mm	70-100	100-130	130-170
8-9 mm	120-140	140-170	170-220
9-10 mm	150-200	200-220	220-270
10-11 mm	200-260	260-320	320-350
11-12 mm	240-320	320-400	400-500

<b>Barok</b>	
Wielkość	Cena
poniżej 9 mm	110-130
9-10 mm	160-200
powyżej 10 mm	270-320



#### 14. Certyfikat i protokół badania.

Laboratoria gemmologiczne wystawiają zasadniczo dwa typy dokumentów. Są to:

- raport badania,
- certyfikat.

Raport badania tworzony jest w trakcie badania perły. Umieszcza się w nim wszystkie zebrane podczas badania informacje, a zwłaszcza mówiące o charakterze perły (naturalna, hodowana, imitacja), genezie jej barwy (naturalna, poprawiana) oraz o ewentualnym zastosowaniu innych procedur upiększania i powstałych skutkach w wyniku ich zastosowania, a także dokumentujące wielkość/masę, barwę, orient/overtone, połysk, formę, grubość powłoki perłowej, wreszcie jakość powierzchni perły. W raporcie winny być też wskazane użyte do badania metody oraz ewentualne utrudnienia i ograniczenia zaistniałe podczas ich stosowania. Niektóre laboratoria standaryzują swoje raporty według następującego klucza:

#### PROTOKÓŁ OCENY JAKOŚCI PERŁY

Nr .....

Rodzaj perły hodowanej .....

.....

#### PROCENTOWA OCENA CECH JAKOŚCIOWYCH

Rodzaj cechy	Opis cechy	Wskaźnik [%]
Wielkość	Wymiar [mm] .....	
	Masa [grany] .....	
Kształt (forma)		
Barwa Orient/Overtone		
Połysk		
Cechy powierzchni		
Grubość powłoki		
Sumaryczny wskaźnik jakości perły		

.....  
(miejscowość, data)

.....  
(imię i nazwisko)

Fig. 14.1. Przykład uproszczonego protokołu oceny jakości perły.

- **A** – to raport zawierający podstawowe informacje o: charakterze perły (naturalna, hodowana, imitacja), wielkości/masie, barwie, orienście/overtonie, formie, dokonanym wierceniu perły lub braku wiercenia, szlifowaniu,
- **B** – to raport zawierający te same informacje co raport A wzbogacone o ocenę powłoki perłowej, np. bardzo gruba, gruba, średnia, cienka, bardzo cienka; grubość powłoki perłowej bywa podawana także w wartościach bezwzględnych, np. mm,
- **C** – to tzw. raport jakości. Zawiera on te same informacje co raport B wzbogacone o ocenę połysku, jakości powierzchni perły oraz ocenę doboru pereł w wyrobach, składających się z większej ich liczby,
- **T** – to tzw. raport handlowy przeznaczony wyłącznie dla firm handlujących określonymi lotami pereł.

Raport (protokół) badania jest własnością laboratorium wykonującego badanie i włączony do prowadzonego przez laboratorium archiwum (kartoteki), stanowi dokumentację jego działalności (fig. 14.1). Dokumenty te powinny być starannie chronione tak, by nawet po latach można było do nich wrócić. Dokumenty tego rodzaju stanowią standardowy składnik pragmatyki większości poważnych laboratoriów gemmologicznych., Zestaw prezentowanych w protokołach informacji o zbadanych perłach jest podobny we wszystkich laboratoriach, natomiast forma graficzna protokołów bywa bardzo różna, niekiedy nawet dość ozdobna (np. fig. 14.2). Zwykle dotyczy to sytuacji, gdy laboratorium gemmologiczne decyduje się dołączyć kopię protokołu wykonanego badania do zbadanego obiektu; aczkolwiek nie jest to bezwzględnie wymagane przez pragmatykę tego rodzaju laboratoriów; stanowi jednak ważny element kształtowania atmosfery zaufania i pewności, także wobec laboratorium lub osoby dokonującej takiej oceny. Z tego też powodu udostępnianie szerszej publiczności takich informacji wydaje się być praktyką godną naśladowania.

Na podstawie raportu badania wystawiany jest certyfikat (świadcstwo), towarzyszący zbadanej perle lub grupie pereł. Tego rodzaju dokument powinien obowiązkowo towarzyszyć prezentowanemu obiektowi. Faktycznie pełni on rolę swoistej „metki” oferowanego do sprzedaży towaru. Zawiera jedynie najbardziej istotne i niezbędne informacje o perle lub grupie pereł. W certyfikacie pojawia się też przeważnie informacja o cenie prezentowanej perły (fig. 14.3.).

Zgodnie z zaleceniami CIBJO („Księga pereł”) najbardziej elementarny zestaw informacji prezentowanych w certyfikacie powinien składać się z:

- nazwy grupy klasyfikacyjnej (perła naturalna, perła hodowana, składana perła hodowana, imitacja perły) oraz ewentualnie nazwy handlowej zgodnej z przyjętą nomenklaturą, najlepiej według zasad CIBJO („Księga pereł” CIBJO - patrz rozdział 19),
- podstawowej barwy prezentowanej przez perłę lub grupę pereł ( z zaznaczeniem czy jest ona naturalna czy sztuczna),
- masy perły lub grupy pereł,
- wymiarów perły lub ich grupy,
- informacji o dokonanym w perle wierceniu, np.: przewiercona, częściowo lub w połowie nawiercona, niewiercona,
- informacji o dokonanym poprawianiu wyglądu, np. szlifowaniu powierzchni, barwieniu, eksfoliacji,
- kształcie perły/kształtach pereł (okrągła, barokowa symetryczna, barokowa asymetryczna).

W krajach o prawie uregulowanym obrocie materiałami jubilerskimi, do wystawiania certyfikatów upoważnione są tylko osoby i laboratoria posiadające odpowiednie, okresowo weryfikowane, upoważnienia i kwalifikacje, aczkolwiek w różnych krajach bywa to w szczególności dość różnie rozwiązywane. Są też i takie kraje, gdzie sprawy certyfikacji i badań



# UNIVERSAL GEMOLOGICAL SERVICES®

INDEPENDENT SCIENTIFIC ORGANIZATION FOR IDENTIFICATION AND APPRAISAL

## APPRAISAL REPORT

Report # US 28726808P

APRIL 23, 2002

The drop earrings contain pair of cultured pearls described below.\* The earrings also contain 44 BAG step and 4 RBC diamonds that are I-K color, SI2-I1 clarity and have an est twt of 1.36carats. Graded as mounting permits.



SIZE	11.15 x 11.00 mm/11.50 x 11.40 mm
WEIGHT	11.3 gr
SHAPE	Round
COLOR	Gray with green overtone
LUSTER	Good
SURFACE	Very lightly
MATCHING	Very Good
CONCLUSION	Cultured saltwater pearl
COMMENTS	Natural color. Nacre thickness 1.4 mm * Known in trade as "Tahitian".

TOTAL ESTIMATED RETAIL REPLACEMENT VALUE \$6,000.00

Universal Gemological Services



THIS REPORT IS SUBJECT TO THE TERMS AND CONDITIONS ON THE REVERSE.

Fig. 14.2. Przykład protokołu badania perły jednego z wielu tego rodzaju usługowych laboratoriów gemmologicznych.

# Pearl Oasis

## Authenticity Certificate

**Certificate Number:** 20020905123456

**Customer Information:** Sally Smith

### Pearl Information:

**Pearl Type:** Akoya saltwater cultured pearls

**Size:** 6.5-7MM

**Shape:** Round

**Body Color:** White

**Overtone:** Pink

**Luster:** Very High

**Surface:** Very Slightly Blemished

**Nacre:** Thick

**Matching:** Excellent Match

**Origin:** Japan

**Length :** 16 inches

**Clasp:** 14K Yellow Gold

AAA Grade pearl necklace

**Listed Price:** \$1159.90

We use cultured pearl value factor standards provided by Gemological Institute of America (GIA) and The Guide for Grading Akoya Cultured Pearls by Gemworld International, Inc. We use G.I.A. Gem Pearl Master Comparison Set to actually compare with the pearls we grade. The G.I.A. Gem Pearl Master Comparison Set is developed by Gemworld International, Inc. and International Cultured Pearls of The Orient, Inc. for G.I.A. and exclusively provided by G.I.A.

This certificate is not a recommendation of purchase, nor is it a guarantee that the valuation will result in a sale at the list price. It is for the customer's use only for the purpose of indicating retail replacement value in order to obtain insurance coverage. Any other use, such as for investment, renders the report and the value conclusion null and void.

Signature



Date: 09/08/02

Pearl Oasis

PO Box 25575, Alexandria, VA 22305

703-683-2678

Fig. 14.3. Certyfikat autentyczności perły wystawiony przez jedną z amerykańskich firm perłowych.

materiałów jubilerskich nie są objęte regulacją prawną, a wystawiane tam certyfikaty miewają – delikatnie mówiąc - dość wątpliwą wartość merytoryczną. Toteż należy stale pamiętać, że certyfikat nie jest równy certyfikatowi, a protokół badania protokołowi badania. W obecnej chwili o wartości certyfikatu i protokołu badania perły decyduje nieformalny ranking laboratoriów. Niepodważalnymi liderami w tej dziedzinie są z pewnością laboratoria gemmologiczne z dawna uznane, o wieloletniej tradycji i międzynarodowej renomie, np. laboratorium GIA (Gemological Institute of America), laboratorium SZEZ (Swiss Gemological Institute), The Gemological Association and Gem Testing Laboratory of Great Britain, laboratorium IGI (International Gemological Institute), American Gem Society Laboratories (AGSL).

## 15. Metody poprawiania pereł i ich rozpoznawanie

Niedostępność i rzadkość pereł o dużej piękności jest powodem ich wysokiej ceny. Rodzi to u wielu ludzi chęć zastąpienia natury przez naśladownictwa, imitacje lub też poprawianie niezbyt udanych egzemplarzy wytworzonych przez naturę. Z oczywistych względów poprawianie dotyczy przede wszystkim pereł naturalnych i hodowanych średniej lub miernej jakości. Prawdziwie piękne pereły nie wymagają „makijażu”.

Jak w przypadku innych kamieni szlachetnych, tak i w przypadku pereł, niektóre metody poprawiania są akceptowane, a inne nie. Jest ważne, by zdawać sobie sprawę z rodzaju i charakteru zastosowanych metod poprawiania pereł i ich wpływu na perłę, gdyż rodzi to określone konsekwencje, zwłaszcza w zakresie jej wyglądu, ceny, a nade wszystko trwałości. Wszystkie pereły są rutynowo czyszczone tuż po wyjęciu z wnętrza mięczaka. Takim procesem jest np. oczyszczające mycie pereł celem usunięcia rezydium płaszczykowego i likwidacji specyficznego zapachu, mające miejsce wkrótce po jej wyjęciu z wnętrza małża perlorodnego. Tego rodzaju czynności nie zalicza się do poprawiania pereł.

W poprawianiu pereł stosuje się z powodzeniem zarówno metody tradycyjne, które korzeniami sięgają niepamiętnych czasów, jak i metody całkiem współczesne, oparte na najnowszych zdobyczach ludzkiej wiedzy. Wybór metody użytej do poprawiania pereł uwarunkowany jest zawsze jej skutecznością względem określonego rodzaju pereł oraz wysokością poniesionego nakładu w stosunku do spodziewanych korzyści. Ważnym kryterium wyboru metody są także odłożone w czasie skutki, mające wpływ na piękno i trwałość pereł. Pewne typy hodowanych pereł są rutynowo poddawane tego rodzaju procesom, inne tylko wyjątkowo.

Najczęściej używane metody poprawiania pereł naturalnych i hodowanych zmierzają do:

### **a/ poprawienia połysku i jakości powierzchni**

Ponieważ połysk jest bardzo istotnym atrybutem pereł i ponieważ jest on bardzo kiepski w perełach niskiej jakości, to niektórzy producenci pereł stosują rutynowo sztuczne sposoby kreowania wrażenia połysku. Poprawa połysku uzyskana tymi metodami ma przeważnie charakter chwilowy i nie wytrzymuje zazwyczaj próby czasu. Do metod o takim zastosowaniu należą:

- *Ekstensywne bębnowanie (czyszczenie)*

Po zbiorze wszystkie pereły są poddawane bębnowaniu w drewnianym cylindrze wypełnionym wodą i trocinami bambusa lub orzecha kokosowego. Niekiedy zamiast wody i trocin używa się silnie przesyconej, gęstej solanki z zawiesiną kryształków soli kamiennej (halitu). Czynność ta wykonywana jest w celu oczyszczenia powierzchni pereł i usunięcia najbardziej wierzchniej, nie w pełni jeszcze ukształtowanej warstewki powłoki perłowej (około 0,5 mikrona) i dla nadania jej połysku. Czynność ta uznawana jest niekiedy za niezbędną w standardowym cyklu hodowlanym pereł i wówczas nie jest zaliczana do typowych metod poprawiania pereł. Czynność ta zaliczana jest natomiast do metod poprawiania pereł, gdy ma na celu usunięcie drobnych defektów powierzchniowych powłoki perłowej, np. chropowatości, zabarwień, różnorakich skaz, celem polepszenia wyglądu pereł oraz celem niedużej korekty formy pereł. Zależnie od zastosowanej metody bębnowania, użytych środków i czasu trwania procesu może nastąpić zdjęcie wierzchniej warstwy powłoki perłowej o większej lub mniejszej miąższości. Akceptowane bywa zdjęcie wierzchniej warstewki pereł o miąższości nie przekraczającej kilku mikronów.

- *Bębnowanie z użyciem wosku pszczelego*

Zasadniczo jest stosowane dla poprawy połysku pereł. Proces odbywa się na gorąco. Pszczeli wosk stosowany w takim bębnowaniu nasycy zwykle wpierw trociny bambusa i za ich

pośrednictwem, po nasyceniu się trocin woskiem, rozprowadzany jest po powierzchni perły. Trociny, trąc o powierzchnię perły, usuwają ponadto różnorakie niedoskonałości wierzchniej części powłoki perłowej. Wytworzona w ten sposób cienka powłoka woskowa nadaje perle dodatkowy blask. Jest to jednak zabieg bardzo nietrwały i po niedługim czasie efekt zanika, szczególnie w perłach dość regularnie czyszczonych.

- *Polerowanie*

Stosowane jest przez niektórych producentów pereł celem usunięcia drobnych powierzchniowych defektów, niedużej korekty formy perły i dodania perlom szczególnego blasku (nabłyszczanie). W procesie tym stosowane są bębniarki szybkoobrotowe i łagodne środki ścierne. Jest to proces bardzo efektywny i chwilowo znacząco poprawia wygląd perły. Jednak użycie abrazyjnych środków ściernych uszkadza i zdejmuje wierzchnią część powłoki perłowej. Perła w taki sposób poprawiona przeważnie nie wytrzymuje próby czasu.

- *Ekstensywne polerowanie z użyciem chemicznych środków polerskich*

Stosowane czasami dla usunięcia brzydkich defektów powierzchniowych i nadania blasku perle (nabłyszczania). Efekt jest bardziej trwały, jak np. osiągnięty wskutek woskowania, lecz osiągnięty tak efekt poprawy wyglądu perły również nie wytrzymuje próby czasu, co gorsza metoda ta powoduje zdjęcie często sporej miąższości powłoki perłowej lub jej trwałe uszkodzenie.

- *Powlekanie*

Nakładanie cienkich powłok bezbarwnych lub barwnych z lakieru, esencji perłowej (naturalna lub syntetyczna guanina) plastiku lub innych żelowatych substancji jest dość często spotykanym sposobem poprawiania wyglądu pereł. Mają one największy wpływ na połysk i barwę pereł. Trwałość zabiegu, zależnie od użytych środków, bywa różna, np. powłoka z lakieru rozpada się przeważnie dość szybko, podczas gdy powłoka najchętniej esencji perłowej jest bardziej trwała. Zabiegowi temu najchętniej poddawane są perły niższych kategorii jakościowych. W tym celu używa się często polidimetylsiloksan, rodzaj silikonu; jest to procedura szczególnie efektywna w zastosowaniu do pereł czarnych. Powoduje bardzo znaczące poprawienie połysku perły. Perły jądrowe o cienkiej i bardzo cienkiej powłoce perłowej bywają pokrywane warstwą przezroczystego bezbarwnego plastiku, także z dodatkiem różowego pigmentu. Trwałość takiej powłoki jest jednak dość ograniczona. Perły powlekane plastikiem bywają w niektórych krajach zaliczane do imitacji. Również w rozstrzygnięciach CIBJO traktowane są jak imitacje. Generalnie tego rodzaju praktyki stosowane wobec pereł oceniane są powszechnie jak działania oszukańcze. W pewnych wypadkach uznawane są jednak za usprawiedliwione. Dotyczy to wysokiej jakości pereł *mabe* „mórz południowych”, których powłoka perłowa ma tendencję do łuszczenia się i pękania. W tym przypadku powlekanie traktowane jest jak zabieg ochronny, zapobiegający destrukcji perły. Tego samego nie da się jednak powiedzieć o jasnych perłach *mabe*, które są poprawiane w celu polepszenia połysku i orientu. Wobec nich stosowane bywa powlekanie powłoki perłowej od wewnątrz, czasem z dodatkiem barwnika. Dodatkowo wewnątrz takiej perły wypełniane jest jeszcze czymś, np. plastikiem, woskiem, twardszym jądrem dla polepszenia wytrzymałości stosunkowo cienkiej powłoki perłowej tego rodzaju perły.

## **b/ poprawiania barwy**

Wpływanie na barwę pereł stosowane było od wieków. W przypadku pereł naturalnych jest to proces całkiem naturalny i polega na poddaniu pereł działaniu światła słonecznego. Jednak współcześnie rzadko korzysta się z środków naturalnych; częściej są to środki chemiczne. Ponadto procedura bywa uzupełniana innymi technikami, zmierzającymi do poprawy lub

zmiany barwy, np. barwieniem chemicznym. Jest pocieszające, że jednak jeszcze dziś większość pereł "mórz południowych", z Polinezji oraz słodkowodnych z USA nie jest rutynowo poddawana tym procesom. Nie oznacza to, że wobec i tych pereł nie są stosowane czasem takie zabiegi jak:

- *Chemiczne odbarwienie (wybielenie)*

Co najmniej od 1924 roku procedura ta była szeroko stosowana zarówno wobec pereł naturalnych, jak i pereł hodowanych. Współcześnie jest to rutynowy proces stosowany przez wielu producentów dla poprawienia barwy perły lub dla przygotowania jej do innych procedur waloryzacji. Zabieg odbarwiania realizowany jest poprzez kąpiel pereł, trwającą od kilku- do kilkunastu dni, w wodzie utlenionej o temperaturze około 40°C i o 10% stężeniu, często w połączeniu z jednoczesną ekspozycją w świetle słonecznym lub ultrafioletowym. Czas trwania kąpieli regulowany jest oczekiwanym stopniem wybielenia perły. Procedura ta powoduje jednak powstanie nie zawsze chcianej mikroporowatości, nadającej perle kredowaty wygląd, i likwidującej lub przynajmniej znacząco obniżającej połysk; jeśli mikroporowatość jest zbyt silna, to musi być likwidowana innymi metodami. Toteż kąpiel w wodzie utlenionej bywa często jednym z etapów przygotowawczych do zastosowania innych procedur poprawiania pereł, np. barwienia, impregnacji. Chemiczne odbarwienie skutkuje osłabieniem powłoki perłowej i większą podatnością na różne zagrożenia, pojawiające się w codziennym użytkowaniu pereł; Przy dostatecznej grubości powłoki perłowej oznacza to przede wszystkim obniżenie jej twardości; przy powłoce cenniejszej oznacza to całkowite jej osłabienie i zagraża szybkim jej rozpadem. Z kolei prawie wszystkie perły jądrowe o bardzo cenniejszej powłoce perłowej poddawane są rutynowo wybieleniu, gdyż gruba warstewka konchioliny o brunatnej barwie występująca na granicy sztucznego jądra i powłoki perłowej, przebija swą barwą przez cenną powłokę perłową i daje w rezultacie nieprzyjemnie ciemną barwę perły. W konkluzji zastosowanie chemicznego odbarwienia pogarsza nie tylko połysk perły, ale oznacza także obniżenie jej trwałości. Jednocześnie jednak ujednolica barwę wielu pereł i ułatwia w dużym stopniu ich dobór do wyrobów składających się z wielu pereł.

Barwienie jest stosowane rutynowo zawsze po uprzednim odwierceniu otworu. Ułatwia to dostęp środka chemicznego do warstewek konchioliny; w takiej sytuacji znacznie łatwiej propaguje się on w poszczególnych horyzontach konchioliny, poczynając od ścianki odwiertu, niż gdyby musiał przenikać tylko wprost z powierzchni perły poprzez dość szczelne warstewki aragonitowe.

Nieprzyjemne ciemne plamy obecne czasem pod powierzchnią perły usuwane są czasem poprzez odwiercenie cienkich otworów z kanału centralnego, np. z wykorzystaniem drażenia mikrolaserowego i precyzyjne wprowadzenie za ich pośrednictwem chemicznego środka bielącego dokładnie w miejsce występowania plamy. W takich sytuacjach używa się często środków mocniejszych od wody utlenionej, np. chloru, perhydrolu. Ich zastosowanie obniża znacząco wytrzymałość mechaniczną perły, czyniąc ją kruchą i łamliwą. Również woda utleniona stosowana niezbyt nieumiejętnie może poważnie uszkodzić powierzchnię perły, czyniąc ją kruchą i rozsypliwą (odpryski i złuszczenia, ujawniające się po stosunkowo krótkim okresie użytkowania perły).

- *Barwienie*

Barwienie kreuje w perłach barwy najbardziej pożądane. Perły można barwić różnorako, na wiele sposobów. Dla utrzymania barw bladych lub białych należy perły najpierw odbarwić wodą utlenioną (patrz wyżej). Bielenie może doprowadzić do wytworzenia perły zbyt białej, kredowatej, bez połysku i tzw. „życia”. Takie perły z definicji poddawane są barwieniu. Dla uzyskania, cieszących się dużym uznaniem barw różowych, np. w USA, należy posłużyć się roztworem olejowym lub alkoholowym eozyny; czas barwienia jest stosunkowo krótki, bo



zwykle nie przekracza 24 godzin, ale może trwać nawet tylko jedną godzinę. Warto przy tym pamiętać, że perły naturalnie białe z różowym overtone są bardzo rzadko spotykane i bardzo drogie. Toteż większość oferowanych pereł barwy różowo-białej powstaje wskutek zastosowania jednej z technik barwienia. Na szczęście jest to przeważnie dość łatwo wykrywalne, np. dzięki uważnej obserwacji binokulem strefy wlotowej wierconego w perle otworu (fig. 15.1). W miejscu tym widoczne bywają charakterystyczne przebarwienia, spowodowane nierównomiernie rozłożonym barwnikiem. Zazwyczaj barwienie stosowane jest po odwierceniu kanału centralnego, gdyż otwór ten ułatwia i sprzyja równomiernej penetracji barwnika w powłokę perłową.

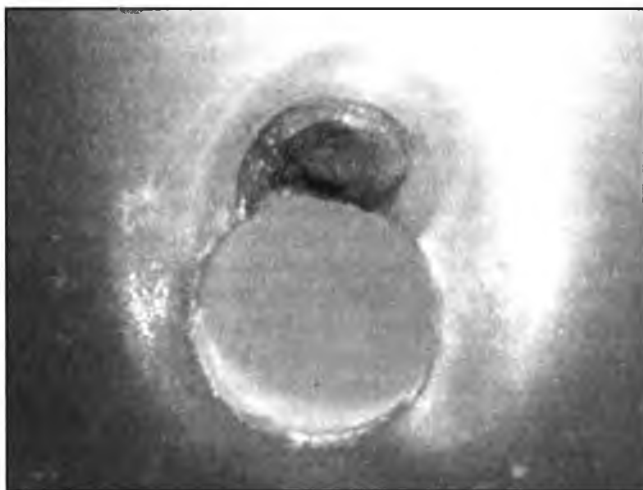


Fig. 15.1. Charakterystyczne przebarwienie w pobliżu otworu wywierconego w perle barwionej na różowo.

Z innych często stosowanych barwników warto wspomnieć o różnorodnych ekstraktach naturalnych, barwnikach anilinowych, jak też nieorganicznych, np. zimny roztwór nadmanganianu potasu dla wytworzenia barwy brunatnej albo kombinacje alkaliów i soli kobaltu w połączeniu z ekspozycją w ultrafiolecie, dające barwę czerwoną. Niektóre z tych barwników ulegają z czasem spłowieniu. Barwy fantazyjne otrzymuje się przez zastosowanie w roli barwnika tlenków różnych metali (fig. 15.2).

Dla otrzymania barw ciemnych najpowszechniej stosowany jest roztwór azotanu srebra w rozcieńczonym amoniaku, dający barwę stabilną, intensywną i głęboką. Ostateczną barwę uzyskuje się dopiero po silnym naświetleniu i wydzieleniu drobinek metalicznego srebra. Perła barwiona w ten sposób różni się wyglądem od naturalnie „czarnej” perły. Perła tak barwiona jest jednolicie czarna i bez „życia”; brakuje jej overtone i subtelnej zmienności barwy, tak przecież typowej dla perły naturalnie czarnej (fig. 15.3). W ten sposób często bywają poprawiane gorsze gatunki pereł chińskich celem naśladowania „czarnych” pereł polinezyjskich. Barwienie azotanem srebra jest jedną z powszechnie odrzucanych metod poprawiania pereł, gdyż znacząco uszkadza perłę i bardzo szkodzi jej trwałości; w szczególności bardzo znacząco pogarsza się elastyczność powłoki perłowej, a tym samym wzrasta podatność na wszelkie potencjalnie możliwe uszkodzenia; zmniejsza to w oczywisty sposób trwałość perły. W konsekwencji należy unikać nabywania pereł traktowanych azotanem srebra. Na szczęście wykrycie tego traktowania bywa możliwe już przy zastosowaniu badania lupowego; w przypadku cenniejszych pereł należy zwrócić się o pomoc



Fig. 15.2. Perły hodowane o poprawionej barwie.

do wyspecjalizowanego laboratorium, które ma możliwość wykonania bardziej zaawansowanej analizy, np. analizy chemicznej metodą fluorescencji rentgenowskiej.

Barwieniu mogą podlegać także zarodki przed wszczepieniem ich małżom hodowlanym. Powlekane są one zazwyczaj barwnikami naturalnymi, co ma sugerować naturalność uzyskanej w ten sposób barwy. Barwa perły powstaje wówczas jako sumaryczny rezultat reakcji światła w części zaabsorbowanego, a w części odbitego od zarodka oraz światła odbitego i przetworzonego przez strukturę powłoki perłowej. Metoda ta stosowana była dość często wobec japońskich, jądrowych pereł hodowanych typu *akoya*. Uzyskiwano w ten sposób perły barwy szarej do prawie czarnej o średnicy poniżej 9 mm. Wykrycie tej metody barwienia wymaga zastosowania zaawansowanych metod badań laboratoryjnych.

Dość ciekawą techniką barwienia jest wiercenie drobnych otworów skierowanych od kanału centralnego ku wybranym regionom powłoki perłowej i wprowadzanie za ich pośrednictwem odpowiednio dobranej barwnika. Ten typ traktowania bywa nazywany barwieniem wewnętrznym dla odróżnienia od dość powszechnie stosowanego barwienia powierzchniowego.

W pracy Rosenthala (1920) stwierdzono, że perły wymagają „schnięcia” przez okres dwu do trzech lat na powietrzu. W tym czasie stają się one bielsze. Jednak natychmiast znaleźli się „chemicy” twierdzący, że mogą ten proces skrócić do dwu tygodni. Twierdzili, że kąpiel pereł w wodzie morskiej, pochodzącej z miejsca ich kultywacji, zapewnia to w zupełności. Jednak uważniejsza obserwacja takich pereł pozwala łatwo wykryć oznaki kąpieli w wodzie utlenionej.

- *Napromieniowanie*

Do tego celu wykorzystuje się promieniowanie gamma lub inne wysokoenergetyczne źródła promieniowania, np. często wykorzystywane do tego celu promieniowanie gamma pochodzi z izotopu kobaltu  $Co^{60}$ , a naświetlanie trwa około 16 godzin; w rezultacie w aragonicie tworzącym powłokę perłową powstają liczne centra barwne. Ich działanie optyczne powoduje pociemnienie perły; pewne gatunki pereł są bardziej wrażliwe od innych na działanie promieniowania, np. perły słodkowodne w związku z większą zawartością „wrażliwych” na promieniowanie jonów manganu; z kolei słonowodne, jądrowe perły hodowane zmieniają

barwę głównie dzięki silnej zmianie barwy sztucznego zarodka, wykonanego z masy perłowej małży słodkowodnych (efekt ściemnienia barwy powstaje wskutek interakcji światła odbitego i w części absorbowanego przez ściemnione sztuczne jądro i światła załamane i odbitego w warstewkach powłoki perłowej). Otrzymana barwa zwana umownie „czarną” jest w rzeczywistości atrakcyjnie ciemnoszara lub szaroniebieska. Procedurę napromieniowania stosuje się najchętniej wobec hodowanych perł zielonawych lub o nieodecydowanej barwie, które nie poddaje się w sposób satysfakcjonujący wybieleniu. Stwierdzono, że słodkowodne perły z jeziora Biwa (Japonia) naświetlone neutronami zmieniają barwę na szarosrebrną. Podejmowano także próby poprawiania przez napromieniowanie barwy ciemnych perł. Jednakże żadnych satysfakcjonujących rezultatów nie osiągnięto. Napromieniowanie dość często stosowane jest z dobrym skutkiem wobec niektórych perł „mórz południowych” i przekształca je w perły dość podobne do tzw. „czarnych” perł z południowego Pacyfiku („czarne” perły polinezyjskie).

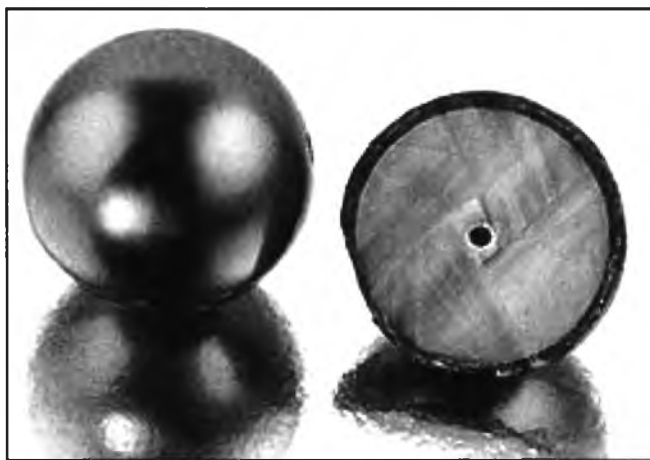


Fig. 15.3. Perła hodowana barwiona azotanem srebra: powierzchnia powłoki perłowej (po lewej) i przekrój perły perłowej (po prawej).

W ostatnich latach pojawiły się w obrocie handlowym perły *mabe* o intensywnie niebieskiej barwie (tzw. perły Abalone lub Paua). Sprzedawane są jako napromieniowane, naturalne. W rzeczywistości barwa ich spowodowana jest użyciem ciemnoniebieskiego plastikowego jądra oraz iryzującej powłoki, wkładanej do wnętrza takiej półperły. Do sklejenia poszczególnych elementów służy klej epoksydowy; podstawką jest płytka z masy perłowej.

#### c/ inne

- *Eksfoliacja dla odnowienia lub poprawienia połysku i barwy*

Perły starzeją się, podobnie jak każda substancja pochodzenia organicznego. Często przyczyną przyspieszonego starzenia się jest ich odwodnienie (dehydratacja). W rezultacie na powierzchni perły zaczynają być coraz to wyraźniej widoczne różnorakie defekty. Szczególnie pogarsza się połysk oraz mogą pojawić się nieprzyjemne plamy i żółknięcia. Te ostatnie powstają przeważnie wskutek kontaktu z kosmetykami, np. perfumy, różnorakie kremy, lub wskutek zetknięcia się perły z wydzielinami skóry człowieka, zwłaszcza wydzielinami chorobliwymi. Od niepamiętnych czasów próbuje się temu zaradzić przez stosowanie różnych zabiegów naprawczych, czasem dość niezwykłych, jak np. połykanie

perłę przez drób i ich naturalna powierzchniowa obróbka przez soki żołądkowe o odczynie kwaśnym, bądź też przez przetrzymywanie ich w rosnącym cieście chlebowym, a następnie wypiekanie wraz z nim. Równie głęboko w minionych wiekach zakorzeniona jest technika „eksfoliacji” (obierania, łuskania) perły. Wspomina o takim sposobie poprawiania perły już Plinusz. Polega ona najogólniej rzecz biorąc na zdjęciu wierzchniej lub wierzchnich warstw powłoki perłowej w nadziei odkrycia głębiej położonej, atrakcyjniejszej wizualnie warstwy perłowej. Jest to często przedsięwzięcie bardzo ryzykowne, gdyż nigdy nie ma gwarancji, że warstwa głębiej położona będzie atrakcyjniejsza wizualnie od istniejącej; ponadto zabieg taki wymaga dużych umiejętności manualnych. Nie likwiduje to jednak całkowicie ryzyka uszkodzenia głębiej położonych warstw masy perłowej i konieczności zdjęcia znacznej części powłoki perłowej. W skrajnych przypadkach perła może się dzięki wielokrotnie ponawianemu w ten sposób zabiegowi skurczyć do zupełnie mizernej wielkości. Jednak fachowo przeprowadzony zabieg eksfoliacji powinien oznaczać zdjęcie warstwy masy perłowej nie grubszej niż 0,5 mikrona. Dlatego zabieg ten powinni wykonywać tylko specjaliści. Ale nawet wówczas nie ma całkowitej pewności pomyślnego rezultatu tak przeprowadzonego zabiegu.

Wariantem procesu eksfoliacji jest stosowana czasem mechaniczna abrazja delikatnymi środkami ściernymi. Jest to jednak przedsięwzięcie bardzo ryzykowne, a rezultat bardzo niepewny.

- *Olejenie*

Likwidowaniu drobnych defektów powierzchniowych perły, szczególnie drobnych pęknięć, służy ich kamuflaż przez olejenie na gorąco oliwą z oliwek. Jednak Webster (1954) przestrzega przed zbytnią ufnością wobec tej metody; przegrzanie perły (temperatura procesu +150 °C) może wywołać powstanie ciemnobrunatnych plam widocznych na powierzchni perły. Ponadto efekt olejenia nie jest zbyt trwały i wymaga dość częstego ponawiania dla utrzymania perły w podobnym wyglądzie.

- *Przyklejanie powłoki perłowej*

Zdarzają się przypadki odspojenia powłoki perłowej od sztucznego jądra. W takich sytuacjach stosuje się procedurę polegającą na wywierceniu z kanału centralnego cienkiego lub cienkich otworów w kierunku odspojenia, z wylotem na powierzchni sztucznego jądra i wprowadzeniu w miejsce odspojenia (pod powłoką perłową) substancji klejącej i zarazem wypełniającej tę przestrzeń.

- *Zespalandie*

Przez odpowiednie zespolenie perły *mabe* lub *blister* dobranych pod względem wielkości, kształtu i barwy uzyskuje się niekiedy dość atrakcyjnie wyglądającą perłę kulistą.

### **Rozpoznawanie poprawiania**

Wykrycie traktowania perły nie jest łatwe, szczególnie wówczas, gdy dysponujemy skromnym wyposażeniem badawczym. Tradycyjne metody badawcze przestają już wystarczać (mikroskop, fluorescencja, radiografia). W wielu wypadkach pozwalają jedynie na stwierdzenie faktu poprawiania nie dając praktycznie żadnych możliwości dokładniejszego ich rozpoznania, np. stwierdzenia charakteru i składu chemicznego substancji zastosowanej do poprawienia wyglądu lub własności perły. W takich sytuacjach konieczne jest odwołanie się do metod nowocześniejszych, jak np. fluorescencja rentgenowska, spektroskopia ramanowska, mikroskopia elektronowa.

Procedura polega w pierwszej kolejności na odróżnieniu perły od jej imitacji, a następnie na odróżnieniu perły hodowanej od naturalnej czy zespolonej. Różne techniki

poprawiania pereł wymagają zastosowania różnych metod badawczych. Czasem wystarczy uważna obserwacja okiem znawcy pereł, w innym przypadku trzeba zastosować cały arsenał metod i środków badawczych. Na przykład delikatne zabarwienie może nie być dostrzegalne w obserwacji mikroskopowej, podczas gdy intensywniejsze może pozostawić już ślady w postaci koncentracji barwnika w drobnych pęknięciach i zagłębieniach oraz w warstwie konchiolinowej na granicy sztucznego zarodka i powłoki perłowej; podejrzenie powinny budzić nawet nikłe ślady barwnika na nici i supełkach naszyjnika, drobne otwory wiercone z kanału centralnego i inne nietypowe ślady. Podobnie podejrzenia powinny budzić nietypowe zachowania się pereł podczas obserwacji i badań bardziej zaawansowanymi metodami, np. zbyt silna, nietypowa absorpcja promieniowania rentgenowskiego w radiogramie pereł barwionej azotanem srebra (srebro silnie absorbuje promieniowanie rentgenowskie), brak oczekiwanej fluorescencji w długofalowym czy też krótkofalowym ultrafiolecie (naturalna perła czarna wykazuje czerwoną fluorescencję w długofalowym ultrafiolecie), fotografia naturalnej pereł czarnej wykonana przy użyciu błony czulej na podczerwień (perła barwiona daje rejestrowalny efekt w zakresie podczerwieni), analiza fluorescencji rentgenowskiej ujawni obecność śladów srebra w perle. Innymi sposobami wykrywania barwienia pereł może być potarcie jej o jedwabną nić używaną do wiązania naszyjników (pozostają na niej drobne ślady barwnika), bądź o biały tampon zanurzony w rozcieńczonym wodą kwasie azotowym (stosunek kwasu do wody jak 1/20); w przypadku barwienia powierzchniowego powinien pozostać na tamponie choć nikły ślad barwnika (jest to ryzykowny sposób, bo grozi pogorszeniem lub nawet zniszczeniem orientu w przypadku nie dość ostrożnego posłużenia się tamponem). Jednocześnie są też techniki poprawiania bardzo opornie się identyfikujące, bez całkowitej pewności, np. przez napromieniowanie (pereł napromieniowane mają przeważnie odcień szarawy).

### **Oszukańcze praktyki**

Waloryzacja pereł niskiej jakości nie jej złem samym w sobie. Staje się oszukańczą z chwilą podjęcia próby sprzedaży tak spreparowanego produktu bez ujawnienia informacji o zastosowanych metodach poprawiania. A informacja o zastosowanych metodach poprawiania ma „niezwykłą” właściwość zataczania się w skomplikowanym niekiedy łańcuchu różnorodnych pośredników, łączących hodowcę pereł z jej nabywcą. Praktyki te zmierzają najczęściej do:

- sprzedaży pereł uprzednio wybielonych, barwionych lub napromieniowanych, jako „pereł o naturalnej barwie”
- sprzedaży pereł lakierowanych jako pereł o bardzo dobrym połysku,
- sprzedaży pereł z kamuflażem defektu lub wady kształtu, np. przez wypełnienie defektu żywicą epoksydową i/lub zamaskowanie/skorygowanie wady kształtu odpowiednio dobranym lakierem, esencją perłową,
- sprzedaży pereł  $\frac{3}{4}$  jako okrągłej, np. dzięki odpowiednio dobranej oprawie,
- sprzedaży pereł  $\frac{1}{2}$  jako okrągłej, np. dzięki zespoleniu dwu odpowiednio dobranych pereł mabe,
- sprzedaży imitacji pereł jako pereł naturalnej lub hodowanej,
- sprzedaży pereł hodowanej jako pereł naturalnej.

## 16. Imitacje pereł

### Historia:

Pragnienie konkurowania z naturą zakorzenione jest bardzo głęboko w mentalności człowieka, zarówno współczesnego jak i antycznego. Z archeologicznych znalezisk i z różnych źródeł pisanych wiadomo, że imitacje pereł tworzone już u zarania współczesnej cywilizacji. Najbardziej znane z nich to:

**PERŁY RZYMSKIE zw. też LULI** – datowane na I wiek p.n.e.; były to puste szklane kulki z umieszczoną wewnątrz srebrną folią, nadającą im srebrzystobiałą barwę i lustrzany połysk. Istniała także inna ich wersja w postaci szklanych kulek powleczonech srebrzystym metalem, który następnie zabezpieczano z wierzchu warstewką szkła.

**PERŁY INDYJSKIE** – datowane na I wiek p.n.e.; były to kulki ilu obtoczone w zmielonej drobno jasnej mące i wypalone dla wytworzenia efektu optycznego, możliwie zbliżonego wyglądem do efektu perłowego.

Protoplastami nowoczesnych imitacji pereł są z pewnością tzw:

**PERŁY WENECKIE** – datowane na XVI wiek – były to paciorki wykonywane z masy szklanej z różnymi dodatkami, np. rtęci, które dodawano podczas stapiania składników masy szklanej, bądź też dmuchane z opalizującego szkła i wypełniane woskiem dla nadania im wyglądu najbardziej podobnego do naturalnych pereł.

**PERŁY PARYSKIE (perły francuskie)** – datowane na XVII wiek – były to szklane lub porcelanowe banieczki powlekane od wewnątrz specjalną emalią perłową (tzw. *essence d'orient*), naśladującą wyglądem efekt optyczny masy perłowej i wypełnione woskiem. Wynalazcą emalii perłowej był niejaki *Jacquin*, koroner Passy (1610 r.). Na trop owej substancji naprowadziła go obserwacja basenów z wodą, w których magazynowano okresowo ryby. Emalię otrzymywano przez ługowanie łusek sardynek, uklei i niektórych gatunków śledzi, głównego źródła puryny o nazwie *guanina* (C<sub>5</sub> H<sub>5</sub> OH<sub>5</sub>). Jest to substancja dająca efekty optyczne bardzo podobne do efektów optycznych masy perłowej, szczególnie wówczas, gdy tworzy zawiesinę drobnych kryształków w cieczy organicznej, zazwyczaj azotanie celulozy (może to być także inna ciecz organiczna). Doskonały wygląd owych imitacji, łudząco podobny do naturalnych pereł, spowodował ich szerokie rozprzestrzenienie. Ich produkcja utrzymała się aż do początków XX wieku. Poważną przeszkodą w ich dystrybucji był dość wysoki koszt produkcji emalii perłowej (*essence d'orient*). Toteż w tym czasie obok doskonałej jakości „*perły paryskich*” spotykane były także licznie inne imitacje, aczkolwiek o wyraźnie niższej jakości. Najczęściej były to imitacje z tzw. „*połyskiem metalicznym*” Obecnie do produkcji emalii perłowej używa się guaniny syntetycznej lub mieszaniny węglanów ołowiu i niklu z związkami celulozowo-azotowymi (od 1945 roku). Dzięki temu koszt tego rodzaju imitacji mógł ulec wyraźnemu obniżeniu, a tym samym stały się one znacznie łatwiej dostępne i bardziej rozpowszechnione.

### Współczesność:

Prawdziwa eksplozja produkcji imitacji pereł nastąpiła w XX wieku. Większość z nich ma dość podobną budowę; składa się bowiem z jądra wytoczonego bądź z węglanu wapnia (np. kalcyt, wapień, masa perłowa) czy siarczanu wapnia (np. alabaster) albo też odlanego, wydmuchanego lub wytoczonego ze szkła, porcelany czy plastiku i pokrytego substancją możliwie najlepiej naśladującą efekty optyczne masy perłowej. W tej roli spotyka się węgiel ołowiu, sproszkowana mika, sole bizmutu, sole tytanu, syntetyczną guaninę. Najbardziej udane z nich to:

- *majorka (perles de majorcan, majorica pearls)*; są to paciorki wytoczone z naturalnej masy perłowej i powleczone emalią perłową (*essence d'orient*); czasem bywa stosowana w to miejsce tańsza emalia bizmutowa; żeby uzyskać iryzację podobną do



Fig. 16.1. Barwy imitacji *majorka*.

efektu orientu pereł naturalnych i hodowanych stosuje się wielokrotne, naprzemienne nakładanie cienkich warstewek bezbarwnego octanu celulozy i zaprawionego guaniną azotanu celulozy. Nakładanie owych substancji na jądra odbywa się poprzez wielokrotnie powtarzane, przemienne kąpiele i suszenia. Stwardniałe warstewki tworzą powłokę o właściwościach optycznych (barwa, orient, overton, połysk) bardzo podobnych do właściwości optycznych pereł naturalnych i hodowanych. Tym sposobem możliwe jest wytworzenie imitacji nieomal wszystkich pereł występujących w obrocie rynkowym (fig. 16.1). Niektóre z nich mają bardzo wysoką jakość, np. ostatnio coraz częściej spotyka się bardzo dobrej jakości imitacje *majorka* tzw. „czarnych pereł” (fig. 16.2); w obrocie rynkowym, spotykane są też imitacje o wyglądzie bardzo podobnym do oryginalnych imitacji *majorka*, ich jądrem są jednak paciorki szklane, porcelanowe lub nawet plastikowe; nazywane bywają też dość podobnie do oryginału, ale stosowane bywają też nazwy zupełnie niepodobne do pierwowzoru, np. *orquidea*,



Fig. 16.2. Bardzo wysokiej jakości imitacja *majorka* „czarnych pereł” z Tahiti.



Fig. 16.3. Imitacje pereł firmy *Estrela* (Czechy).

- *czeskie* (*perle de Boheme*); skrupulatnie upodabniane do pereł o kształcie barokowym; niekiedy łudząco podobne do pereł naturalnych i hodowanych o takim samym kształcie (fig. 16.3); najbardziej znane są wyroby firm: *Jablonex*, *Estrela* i *Springl*; rozprowadzane są głównie w Europie Środkowej i Wschodniej (Rosja); istnieją poważne podejrzenia, że część *imitacji majorka* wytwarzana jest w czeskich wytwórniach, np. *Jablonexu*, a następnie eksportowana do Hiszpanii, skąd rozprowadzane są pod powszechnie znanym logo *imitacji majorka*.

- *romańskie* (*Roman pearls*) znane też jako *alabastrowe*; paciorki wykonane z alabastru pokryte iryzującym lakierem (tzw. rybim klejem), esencja perłowa, zmielonymi łuskami ryb lub pudrem z masy perłowej.

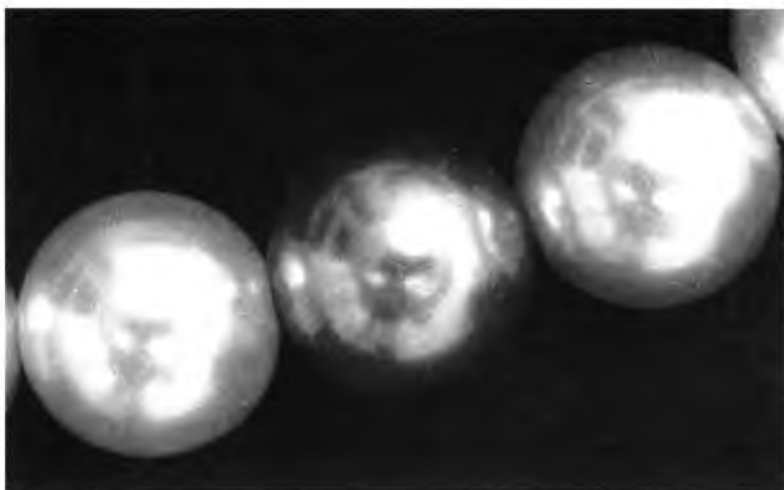


Fig. 16.4. Imitacje pereł typu *bathed pearls*.



- *tureckie* (*Turkish rose pearls*) znane też jako *różane*; wytwarzane są z płatków róż, które są wpięrczane (rektyfikowane), suszone i moczone długo w wodzie różanej, a następnie homogenizowane i prasowane; z tak przygotowanego materiału wytwarza się następnie perłę, nadając jej odpowiedni połysk olejkim różanym; imitacje tego rodzaju wyróżniają się subtelnym różanym zapachem, który wydzielają intensywniej w bezpośrednim kontakcie z ludzką skórą.
- *antylskie*; cyzelowane z masy perłowej morskich ślimaków,
- *atlasowe*; paciorki wykonane z białego, włóknistego wapienia z *Cumberland* w Wielkiej Brytanii
- *bourginion*; szklane banieczki powleczone od wewnątrz emalią perłową i wypełnione woskiem,
- *cellit*; paciorki z celulozy powleczone emalią ołowiowo-niklową,
- *celuloid*; paciorki celuloidowe pokryte emalią perłową, odporne na uderzenia; celuloid odkryty został w 1869 w USA przez braci Hyatt w następstwie konkursu ogłoszonego na wytworzenie materiału do produkcji bil bilardowych; jest to bawełna traktowana kwasem azotowym i zmięczona kamforą,
- *galalit* : paciorki powleczone emalią perłową; galalit otrzymany został w 1904 w Niemczech przez traktowanie kazeiny formaldehydem
- *de meisner*; paciorki z matowego szkła lub matowego szkła łączonego z masą perłową,
- *dugong*; paciorki z zębów krów morskich żyjących w wodach Oceanu Indyjskiego,
- *girasol*; z opalu pospolitego lub syntetycznego albo też z opalizujących żywic, może być także ze szkła (termin używany także do opisu: opalizującego kwarcu, opalu ognistego, kamienia księżycowego, szafirowego kociego oka),
- *bathed pearls* znane też pod nazwami: *ange*, *sheba*, *mikomo*, *takara*, *Kobe*, *Nikko*, *Sumo*, *Fijii*, *Aloha*, lub oszukańczo „ulepszone perły hodowane”; produkowane są przez wielokrotne kąpiele (stąd nazwa „*kapane perły*”) w ciekłym plastiku (nylon z dodatkiem związków tytanu, ołowiu oraz mielonej miki powodujących iryzacje); suszenie i polerowanie nadaje takiej imitacji dodatkowy blask; imitacje są tym wyższej jakości, im proces powlekania i suszenia był więcej powtórzony; najlepsze z nich są łudząco podobne do pereł naturalnych i hodowanych,
- *tytanowe*; paciorki powleczone emalią opartą na związkach tytanu, głównie chlorek tytanu,
- *stalowe*; paciorki wytoczone z stali zawierającej niewielką domieszkę tytanu; barwa ciemnoszara



Fig. 16.5. Dobrej jakości imitacja jasnych pereł typu *izumi*.

- „*I perły*”, *izumi* – nazwa nadana przez Japońskie Stowarzyszenie Wytwórców WYROBÓW ze Szkła i Imitacji Perł imitacjom wytwarzanym w Japonii. Wytwarza się tam trzy podstawowe typy imitacji:

- z jądrem z masy perłowej powleczonym emalią perłową lub węglanem ołowiu (tzw. perły syntetyczne),
- z jądrem z plastiku,
- z jądrem ze szkła alabastrowego; centrum produkcji japońskich imitacji mieści się w *Izumi*.

Warto podkreślić, że zbyt „idealny” wygląd perł powinien wzbudzać pewną nieufność, zwłaszcza jeśli występują one w większej liczbie, np. w garniturze. Warto też pamiętać, że imitacje bywają „domieszane” do perł naturalnych lub hodowanych. Stąd konieczna jest uważna „inspekcja” wszystkich perł w wyrobie lub ich locie, a nie zadawanie się oceną niektórych egzemplarzy wybranych metodą „chybił - trafił”. Jest to szczególnie ważne w przypadku oceny perł bardziej kosztownych.

## 17. Wiązanie i osadzanie pereł; typy wyrobów

### WIAZANIE PEREŁ

Naszyjniki i garnitury to jedna z najstarszych ozdób z pereł. Tradycyjny naszyjnik czy garnitur tworzony był przez umiejętne wiązanie pereł. Ale naszyjnik i garnitur to nie tylko rzemieślnicza umiejętność, to także miejsce dla ludzkiej pomysłowości. Oto nowy pomysł wykorzystania łańcucha pereł podzielonego na funkcjonalne moduły (fig. 17.1). Ich zastosowanie nie byłoby możliwe bez wygodnego i sprawnego łącza, które to zapewnia.

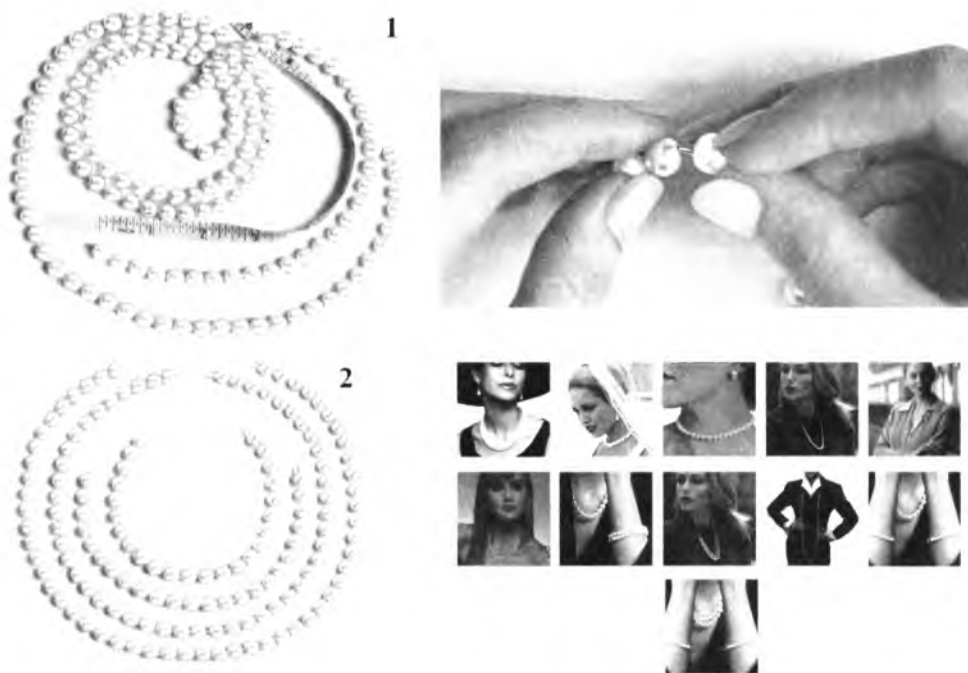


Fig. 17.1. Nowoczesny pomysł wykorzystania łańcucha pereł. Umożliwia to wygodne i sprawne łącze (1), pozwalające na dowolną konfigurację funkcjonalną modułów (2), na które podzielono łańcuch.

W rezultacie otrzymuje się niezwykle funkcjonalną ozdobę, której formę można ukształtować na 256 sposobów, adekwatnie do okoliczności, w których ma służyć. Można nawet zaryzykować tezę, że jest to ozdoba na każdą okazję.

Ale tradycyjna umiejętność wiązania pereł nadal jest bardzo przydatna. Choćby po to, by móc dokonywać napraw i okresowego przewiązywania łańcuchów tradycyjnych, które z pewnością będą użytkowane jeszcze wiele lat. Warto więc się z tym zapoznać możliwie szczegółowo. Wiązanie pereł odbywa się zasadniczo zawsze w taki sam sposób, niezależnie od innych rozwiązań stosowanych w naszyjniku, np. dotyczących zakończenia sznura. Do sprawnego wykonania wiązania sznura pereł potrzebnych jest kilka prostych narzędzi i specjalna, jedwabna, nylonowa lub tetronowa nić z igłą (fig. 17.2). Naszyjniki i garnitury komponować można z różnych elementów: pereł, kamieni, szkła, drewna, metalu, kości, itp. Mogą być przedzielone węzełkami lub bez węzełków. Można je nanizać lub przedzielać dodatkowymi elementami, mogą być nizan „na okrągło” (bez zakończenia) lub z zapięciem



**deseczka do układania pereł**



**pinceta**



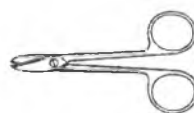
**szydło (do powiększania  
nawierconych otworów)**



**klej**



**szczypce – obciążki**



**nożyczki**



**nici**

Fig. 17.2. Narzędzia stosowane w wiązaniu naszyjników i garniturów.



Fig. 17.3. Nizanie pereł.

albo też z różnego rodzaju zakończeniami, do których mocuje się zapięcia (fig. 17.3). Naszyjniki da się podzielić na z węzłkami i bez węzłków (fig. 17.4). W naszyjnikach i garniturach węzłkowych pomiędzy każdą nanizaną perłę lub kamień zawiązany jest supełek; w bezwęzłkowych – supełków się nie wiąże. Perły są w nich luźno nanizane na nić, której obie końcówki są wzmocnione. Za naszyjnikami węzłkowymi przemawia:

- w przypadku zerwania nici grozi zagubienie tylko jednej perły,
- nanizane perły nie ocierają się o siebie,
- naszyjniki węzłkowe lepiej leżą na szyi, ładniej wyglądają też w nich poszczególne perły,
- nawet po dłuższym okresie użytkowania, nie tworzą się luzy pomiędzy poszczególnymi perłami.

Z tych względów naszyjniki i garnitury z perł powinny być zawsze naszyjnikami węzłkowymi.

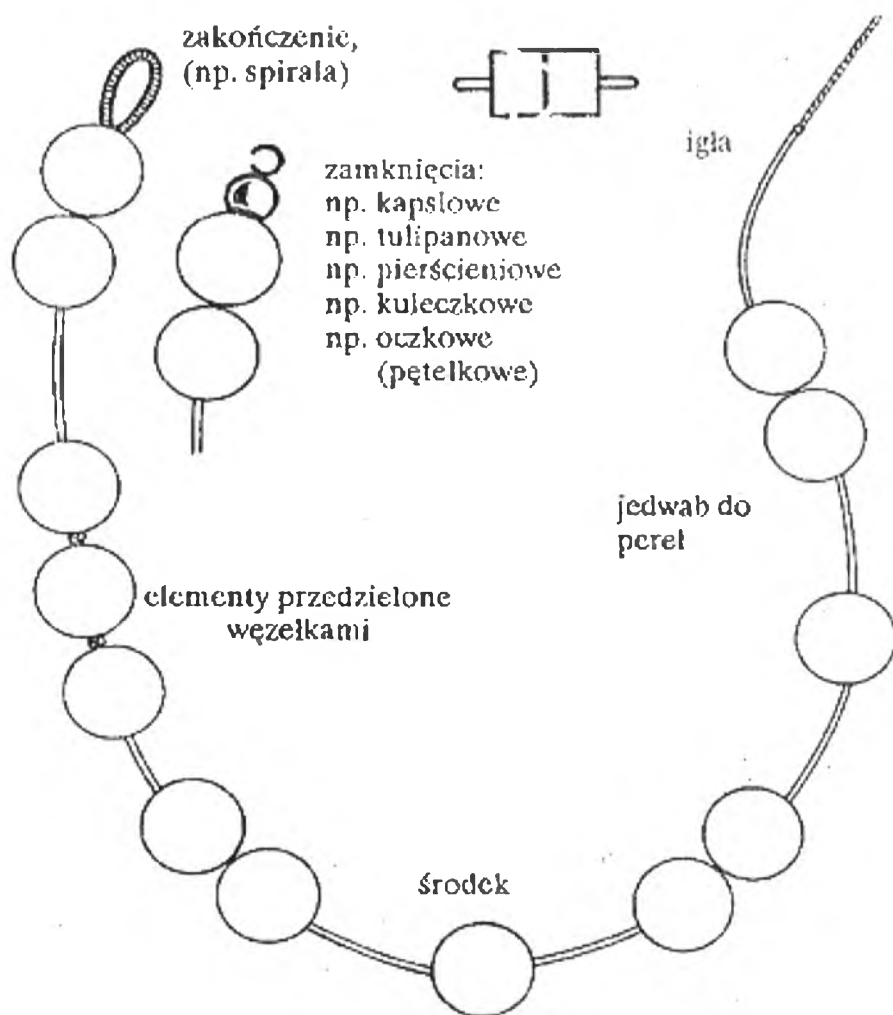


Fig. 17.4. Najważniejsze elementy garnituru z perł.

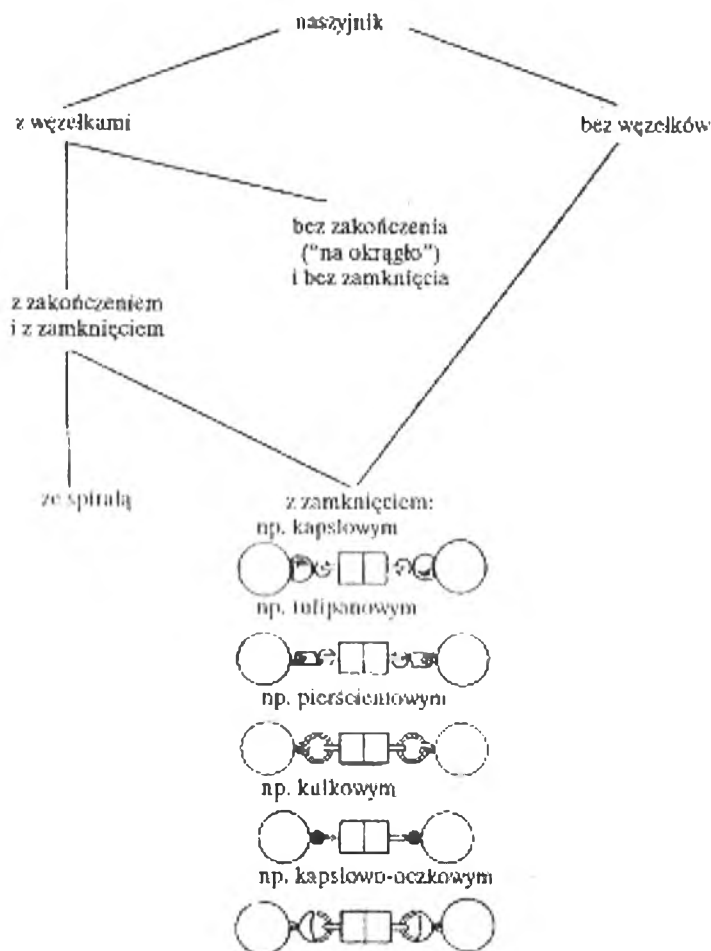


Fig. 17.5. Typy naszyjników i garniturów z uwagi na możliwości konstrukcyjne.

#### Wiązanie naszyjnika lub garnituru z zakończeniami ze spiralą (fig. 17.6).

Jest to najbardziej elegancki, a zarazem klasyczny sposób zakończenia naszyjnika.

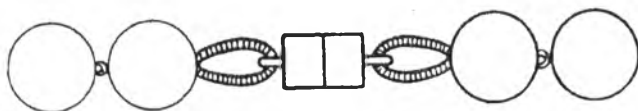


Fig. 17.6. Zakończenia naszyjnika ze spiralą.

Żeby go wykonać należy:

- ułożyć perły w przewidzianym porządku,
- otwory w trzech pierwszych i trzech ostatnich perłach nieco powiększyć tak, by można było dwukrotnie przesunąć przez nie nić,
- dobrać nić odpowiedniej długości (około dwukrotnie dłuższą od długości zajętej przez perły).

Następnie wykonać czynności ilustrowane figurami 17.7 – 17.28)

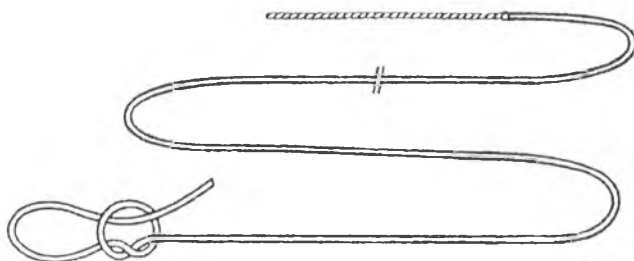
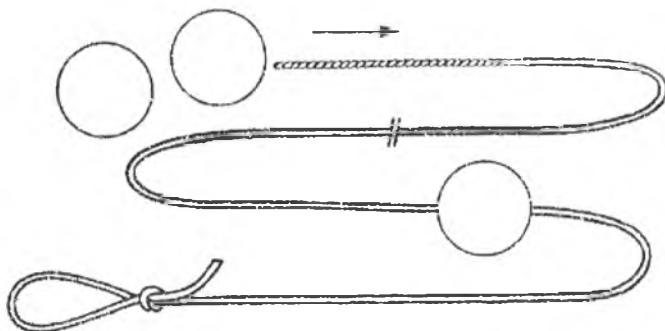


Fig. 17. 7. Wiązanie tzw. węzła przelotowego na końcu nitki.



17.8. Nawlekanie pierwszych trzech pereł (są to perły z powiększonymi otworami).

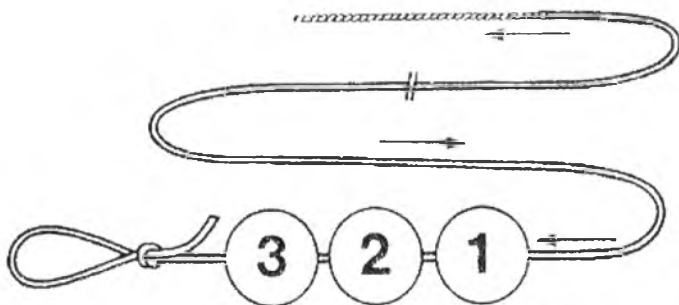


Fig. 17.9. Dosunięcie pereł do węzła.

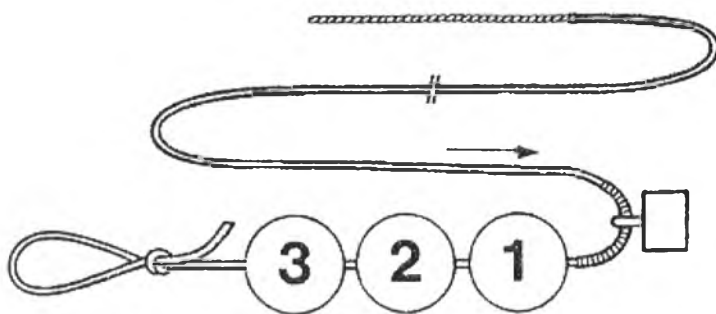


Fig. 17.10. Naciągnięcie spirali oraz jednego uszka (pętelki, uchwytu) zapięcia.

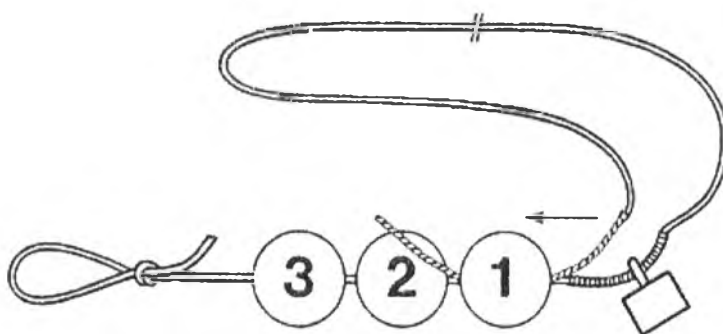


Fig. 17.11. Ponowne przeprowadzenie igły z nicią przez perłę oznaczoną 1; nić przesunięta jest już przez nią dwukrotnie.

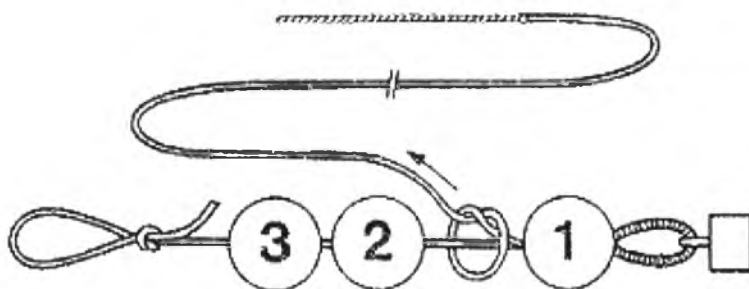


Fig. 17.12. Docisnięcie nitki tak, aby spirala ściśle przylegała do perły 1. Pomiedzy perłami 1 i 2 należy zawiązać supełek; aby dobrze docisnąć pętelkę na supełku - można użyć pincety (użycie pincety objaśniono na fig. 16.48).



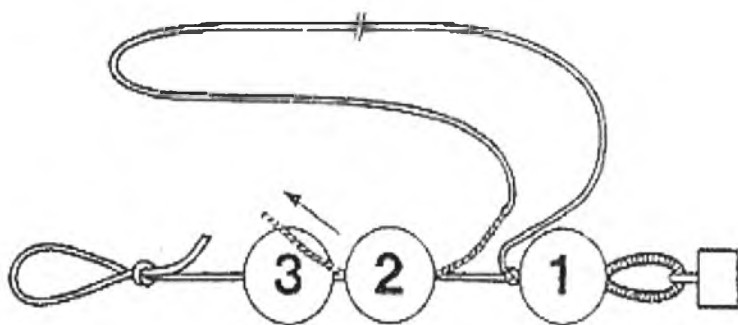


Fig. 17.13. Przewleczenie igły z nicią przez perłę 2.

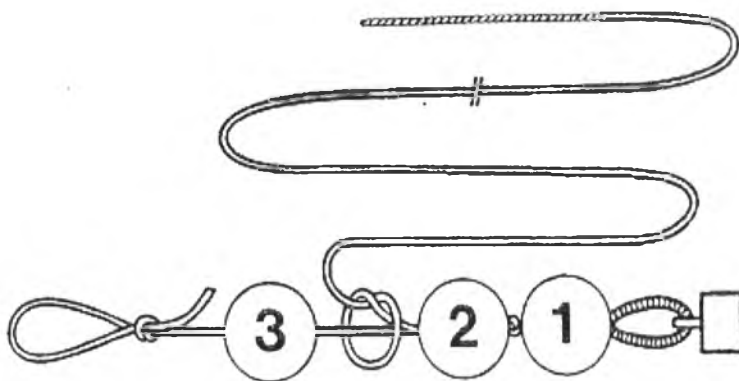


Fig. 17.14. Dosunięcie perły 2 do perły 1; pomiędzy perlami 2 i 4 należy zawiązać supełek (przy pomocy pincety).

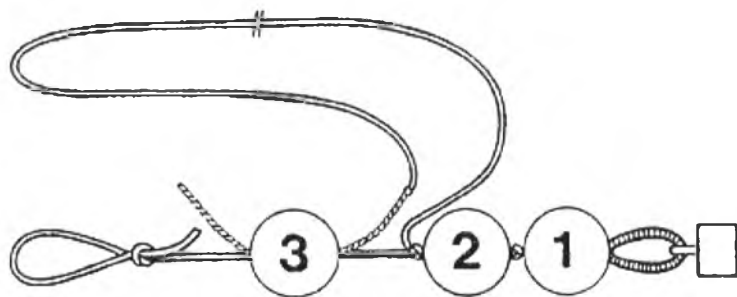


Fig. 17.15. Przewleczenie igły z nicią przez perłę 3.

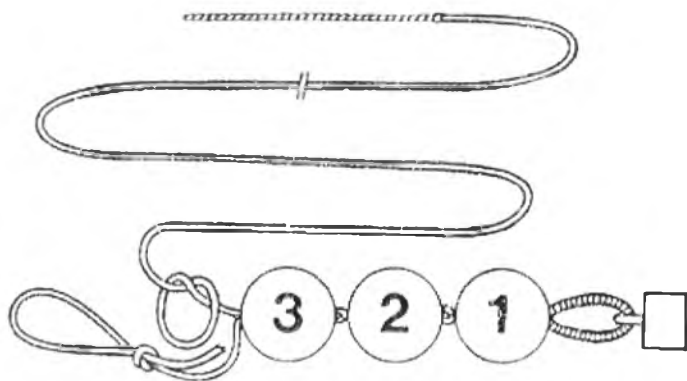


Fig. 17. 16. Dosunięcie perły 3 do perły 2; po perle 3 należy zawiązać supełek.

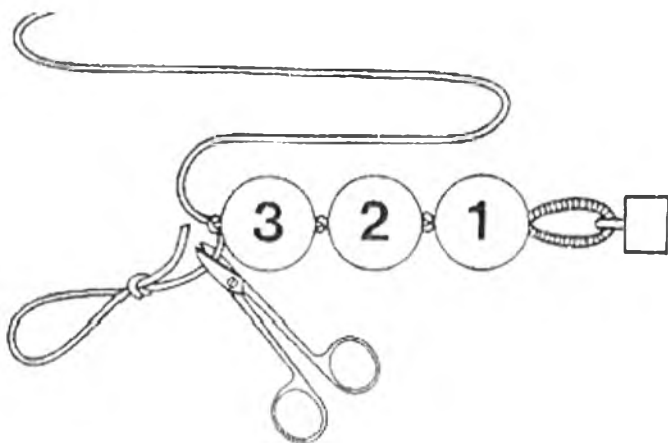


Fig. 17.17. Odcięcie końca nitki, na której znajduje się węzeł (dość krótko, tuż za supełkiem po perle 4).

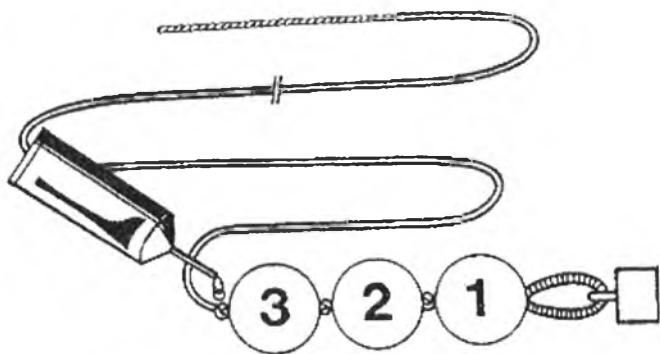


Fig. 17.18. Utrwalenie supełka klejem lub szelakiem.

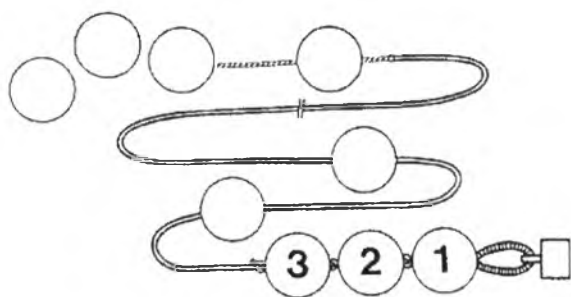


Fig. 17.19. Nizanie pozostałych pereł.

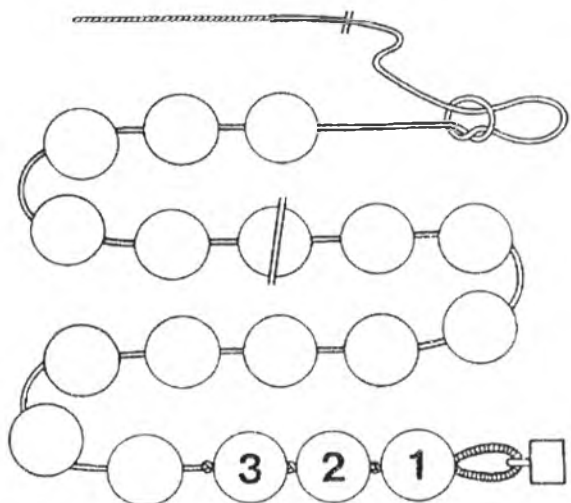


Fig. 17.20. Wiązanie węzła, po ostatniej perle, a następnie wiązanie supełków na całym naszyjniku, aż do perły 3. Technikę wiązania supełków objaśniono na fig. 16.44 – 16.48.

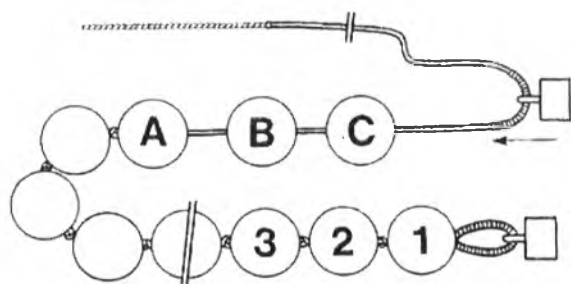


Fig. 17.21. Rozwiązanie węzła, naciągnięcie ostatnich pereł (A,B,C - z powiększonymi otworami), a następnie spirali oraz drugiego uszka (pętelki, uchwytu) zapięcia.

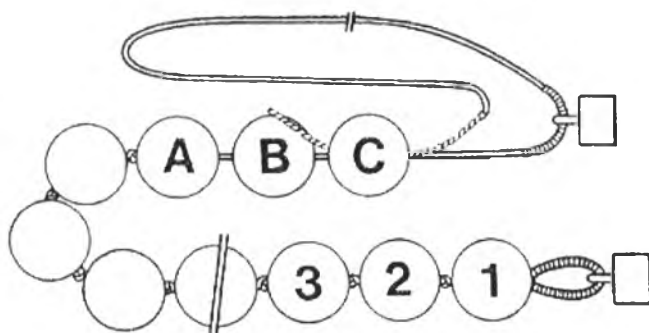


Fig. 17.22. Przewleczenie igły z nitką z powrotem przez perłę C.

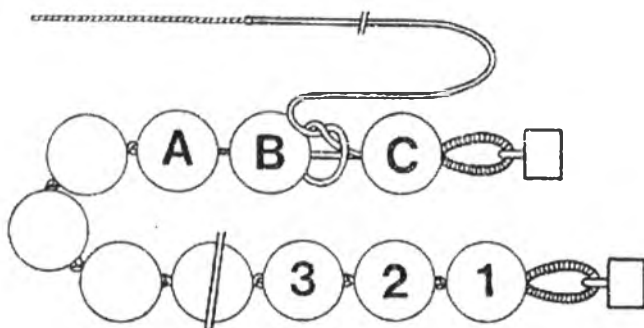


Fig. 17.23. Dosunięcie spiralki do perły C (zostawić niewielki luz między perlami C i A na zawiązanie supelków).

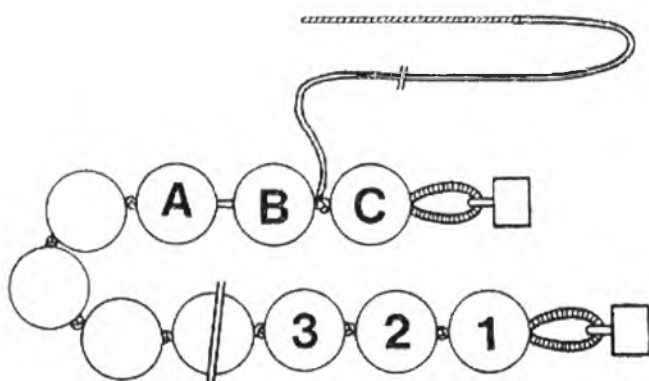


Fig. 17.24. Zawiązanie supelka pomiędzy perlami B i C.

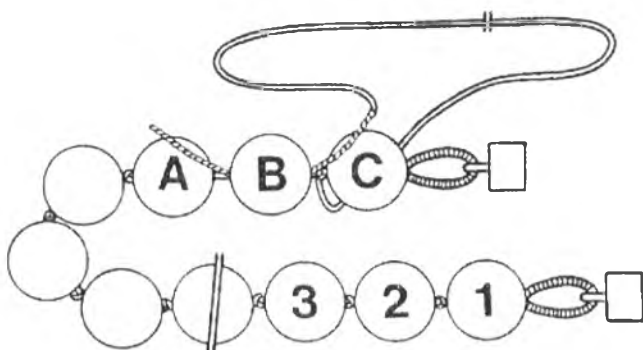


Fig. 17.25. Przewleczenie igły z nitką przez perlę B.

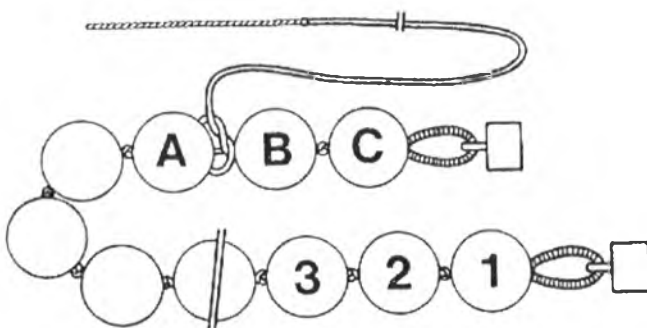


Fig. 17.26. Zawiązanie supełka pomiędzy perlami B i A i zaciśnięcie go.

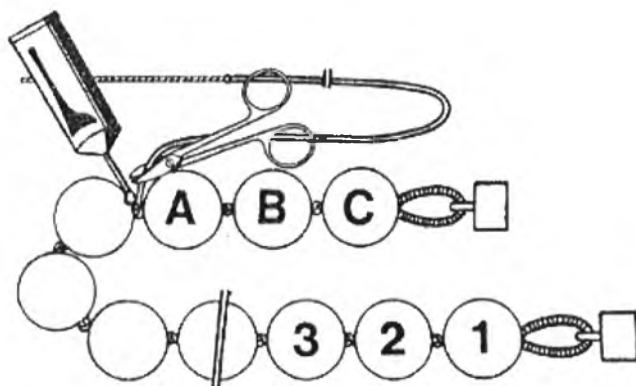


Fig. 17. 27. Przewleczenie nitki przez perlę A (nie zawiązywać supełka, nitkę odciąć i zafiksować klejem lub szelakiem).

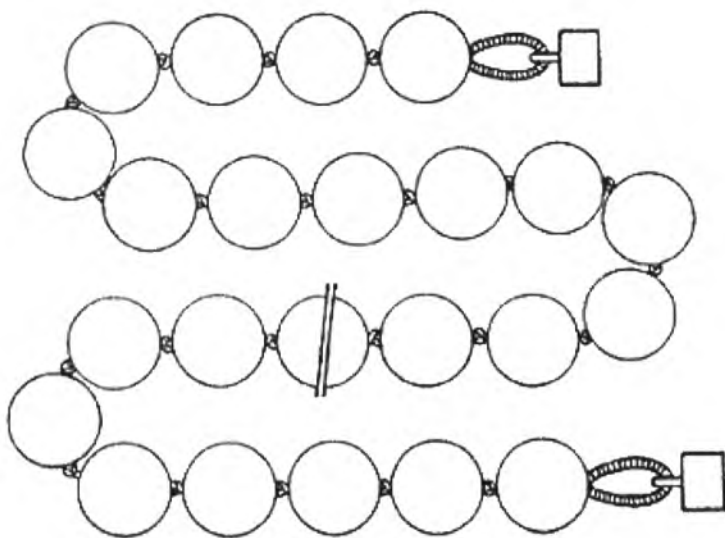


Fig. 17.28. Wygląd poprawnie związanego naszyjnika.

Wiązanie naszyjnika lub garnituru z zakończeniami z kapsłem (fig. 17.29).

Jest to bardzo prosty sposób zamykania końcówek naszyjnika, zwłaszcza w sytuacjach, kiedy nie daje się zastosować spirali. Zaletą takiego sposobu zakończenia jest to, że można użyć grubszej nitki, gdyż nie jest potrzebne dwukrotne przewlekanie przez pierwsze trzy, cztery perły; jest to ważne w przypadku wiązania cięższych naszyjników.

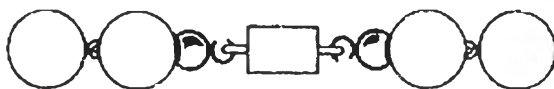


Fig. 17. 29. Naszyjnik z zakończeniami z kapsłem.

Żeby go wykonać należy:

- ułożyć perły w przewidzianym porządku,
- przygotować nić odpowiedniej grubości i w kolorze harmonizującym z barwą pereł,
- na końcu nitki, bez igły, zawiązać supełek, a tuż za nim nić obciąć (fig. 17.30). W otwór kapsla wpuścić nieco kleju lub szelaku, a następnie wcisnąć końcówkę nitki z supełkiem. Odczekać do wyschnięcia kleju lub szelaku. Nanizać pierwszą perłę, dosunąć ją do kapsla, nie wiążąc supełka,
- nanizać wszystkie perły, a następnie podzielić je supełkami. W drugiej końcówce naszyjnika, po ostatniej naciągniętej perle, zawiązać supełek i umocować w drugim kapslu – tym samym sposobem jak w pierwszym (fig. 17.31).



Fig. 17.30. Wiązanie supelka na końcu nitki.



Fig. 17.31. Wklejanie supelka do kapsła.

Wiązanie naszyjnika lub garnituru z zakończeniami: tulipanowym, kulkowym, kapslowo – oczkowym.

Tok postępowania bardzo podobny, jak w przypadku zakończenia z kapsłem (fig. 17.30 – 17.31).

Wiązanie naszyjnika lub garnituru z zakończeniami pierścieniowymi.

Tok postępowania bardzo podobny, jak w przypadku zakończenia ze spiralą (fig. 17.8 – 17.28).

Naszyjnik lub garnitur wiązany metodą bez końca („na okrągło”), bez zakończenia i bez zapięcia (fig. 17.32).

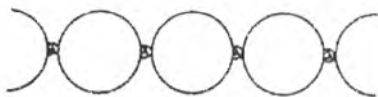


Fig. 17.32. Naszyjnik bez zakończenia i bez zapięcia („na okrągło”).

Jest to klasyczny, bardzo elegancki sposób wiązania naszyjnika lub garnituru. Jest jeden niezbędny warunek do spełnienia; długość naszyjnika musi być wystarczająca do swobodnego przesunięcia go przez głowę.

Żeby go wykonać należy:

- ułożyć perły w przewidzianym porządku,
- dobrać nici odpowiedniej grubości do ciężaru naszyjnika lub garnituru,
- otwory w pierwszych czterech perlach powinny mieć średnicę pozwalającą na dwukrotne przewleczenie nitki.

Następnie wykonać czynności ilustrowane figurami 17.33 – 17.43)

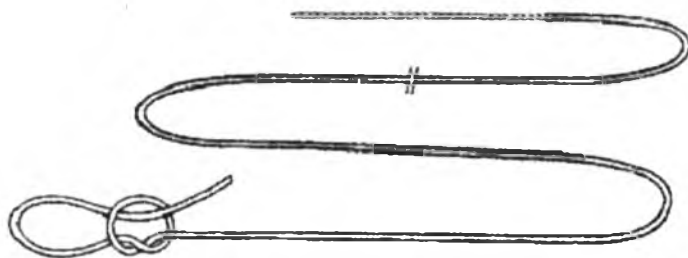


Fig. 17.33. Zawiązanie węzła na końcu nitki.

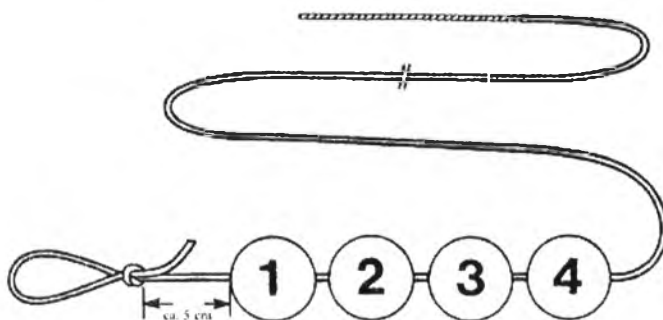


Fig. 17.34. Nanizanie pierwszych czterech pereł (z większymi otworami) i przysunięcie ich do węzłków. Pomiędzy węzłem a perłą 1 należy pozostawić około 5 cm luzu.



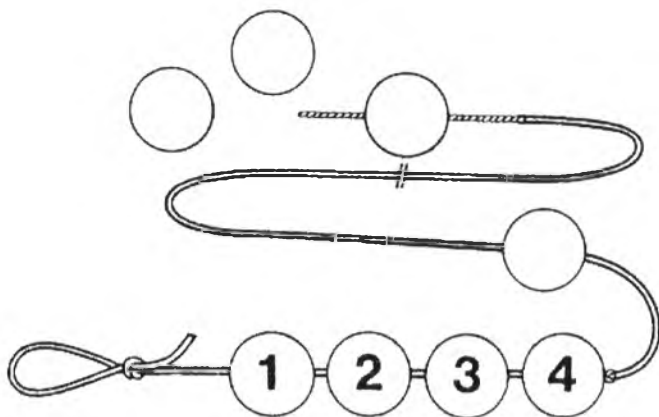


Fig. 17.35. Zawiązanie supełka za perłą 4, a następnie przewiązanie supełkami całego naszyjnika, także za ostatnią nanizaną perłą.

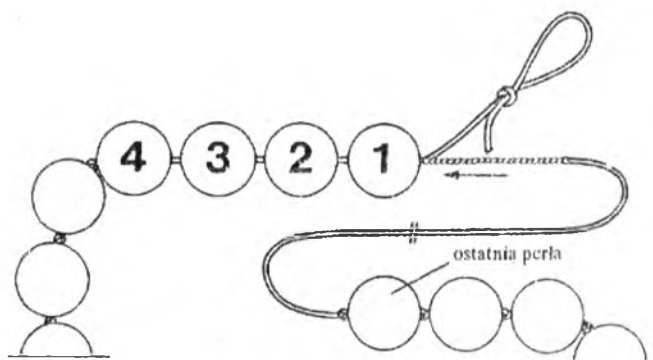


Fig. 17.36. Przewleczenie igły z nicią przez perłę 1 po naciągnięciu ostatniej perły.

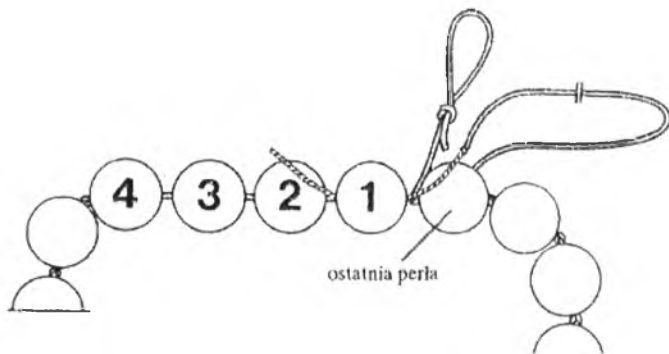


Fig. 17.37. Ściągnięcie całości – tak, by pomiędzy perlami nie podzielonymi węzłkami (perły 1-4) pozostawić luz wystarczający dla wypełnienia go supełkami.

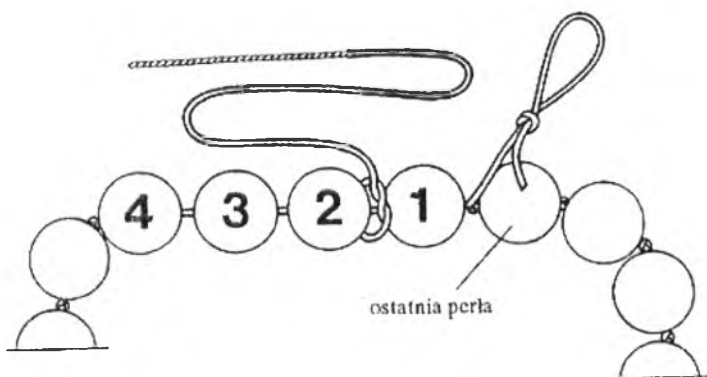


Fig. 17.38. Wiązanie węzła pomiędzy perlami 1 i 2.

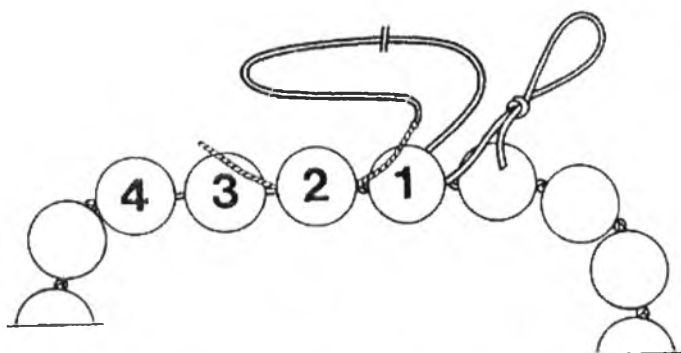


Fig. 17.39. Przesunięcie igły z nitką przez perlę 2.

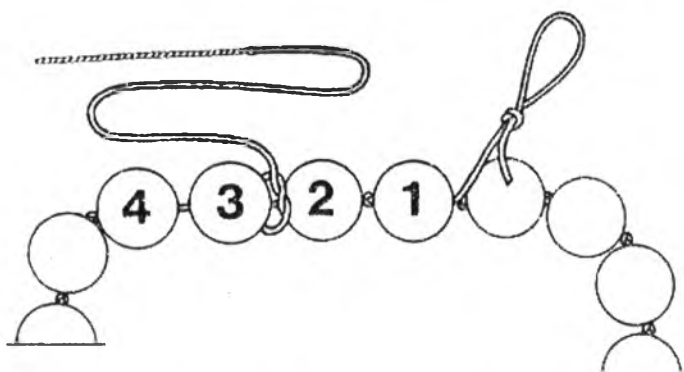


Fig. 17.40. Zawiązanie supelka pomiędzy perlami 2 i 3.

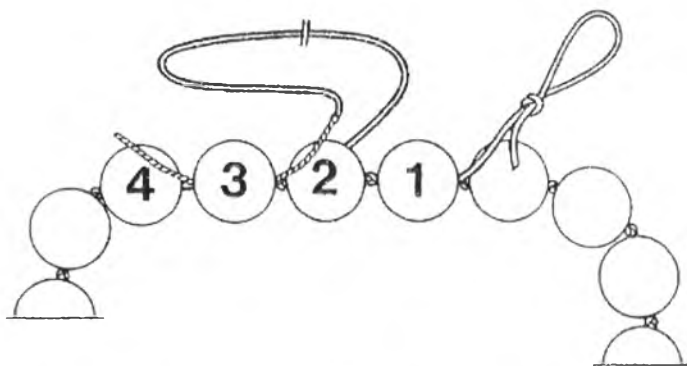


Fig. 17.41. Przesunięcie igły z nitką przez perlę 3.

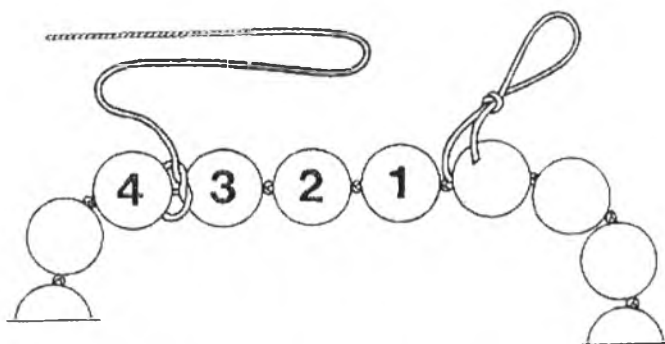


Fig. 17.42. Zawiązanie supelka pomiędzy perlami 3 i 4.

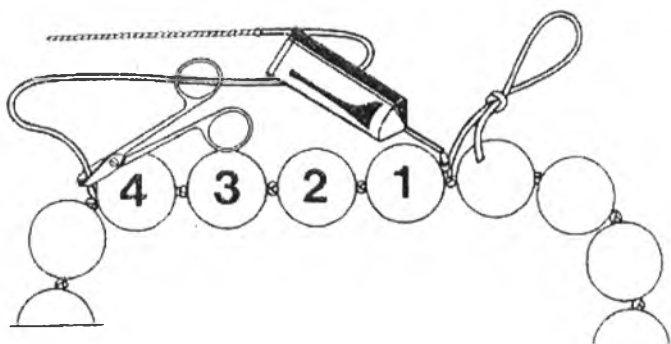


Fig. 17.43. Przewleczenie nitki przez perlę 4 (supelków już nie należy zawiązywać), odcięcie obu wystających końcówek i utwardzenie ich klejem lub szelakiem.

## TECHNIKA WIĄZANIA SUPEŁKÓW

Wiązanie supelków jest zawsze takie samo dla wszystkich rodzajów naszyjników i garniturów z pereł (fig. 17.44 – 17.48).

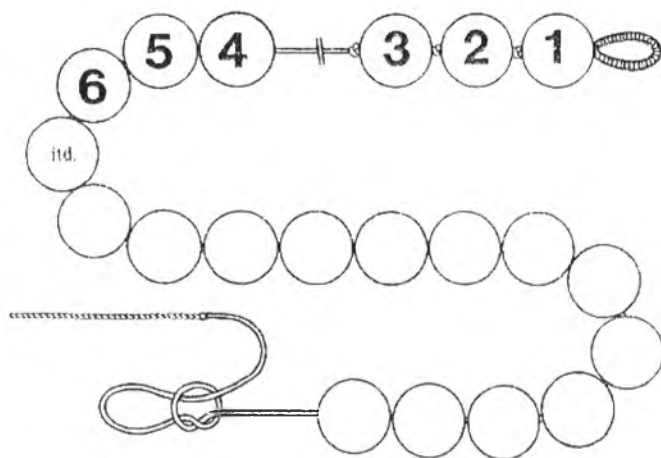


Fig. 17.44. Nawleczenie wszystkich pereł na nić i zawiązanie na końcu nitki węzła, by zapobiec przypadkowemu zsunięciu się pereł z nici.

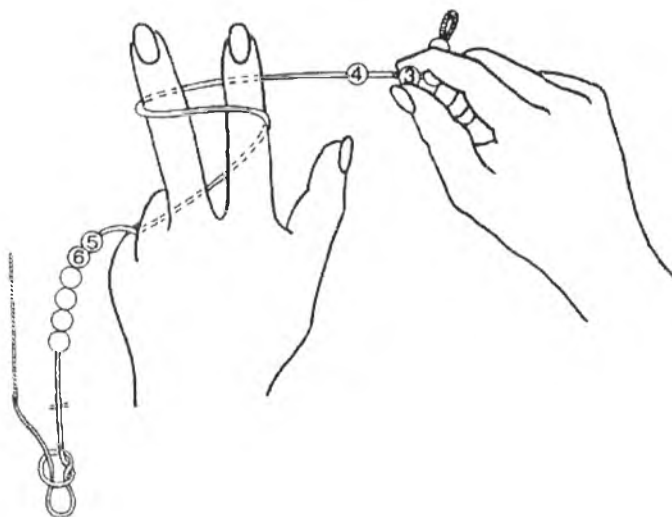


Fig. 17.45. Formowanie supelka – krok pierwszy.

Prawą ręką ująć nić z końcówką mocującą, a pozostałą część sznura, z nanizanymi perłami, wziąć w lewą rękę. Pierwszą nie umocowaną perłę (4) dosunąć do ostatniej poprzedzonej supełkiem (na fig. 17.45 jest to perła nr 3). Lewą ręką przesunąć w dół, aż do końcowego węzła, wszystkie pozostałe perły; w ten sposób uzyskujemy krótki odcinek wolnej nitki – bez pereł. W to wolne miejsce wsuwamy dwa rozstawione palce lewej ręki – wskazujący i serdeczny. Gotową końcówkę, mocującą prawą ręką należy przesunąć zgodnie z ruchem wskazówek zegara wokół rozstawionych palców lewej dłoni.

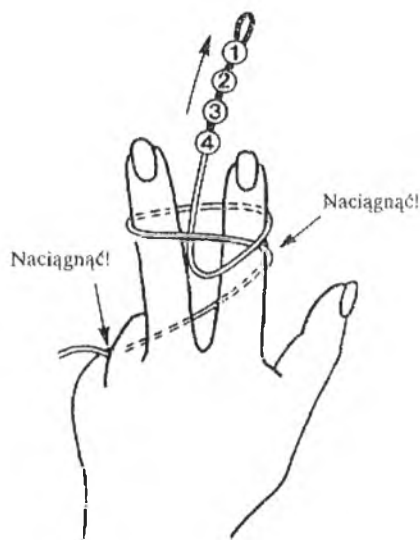


Fig. 17.46. Formowanie supełka – krok drugi.

Przez powstałą pętlę należy przesunąć prawą ręką gotową część naszyjnika – z góry do dołu. Podczas wiązania supełków czubki palców lewej dłoni skierować do dołu; część naszyjnika z zawiązanymi już supełkami powinna swobodnie przemieszczać się z góry na dół poprzez naprężoną pętlę. Rozstawione palce, serdeczny i wskazujący, tak długo trzymać w tej pozycji, aż przesuniemy cały gotowy naszyjnik.

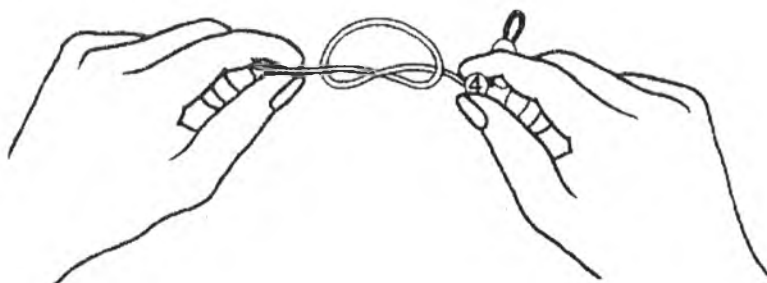


Fig. 17. 47. Formowanie supełka – krok trzeci.

Lewą ręką przytrzymujemy luźną część naszyjnika. W prawą – bierzemy pincetę i od góry wsuwamy jej czubek w zawiązaną już wcześniej pętlę. Lewą ręką dalej utrzymujemy końcówkę naszyjnika bez zamocowania, a prawą – przy pomocy pincety – przesuwamy pętlę do perły 4. Lewą ręką wzmacniamy ucisk tak, aby pętelkę zacisnąć w supełek. Pincetę wyjmujemy w momencie, kiedy supeł dociągamy ciasno przylega już do perły 4.

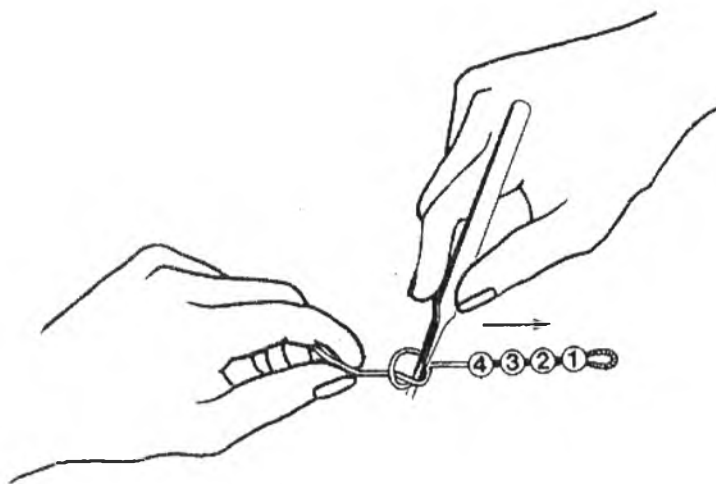


Fig. 17.48. Formowanie supełka – krok czwarty.

Dosuwamy kolejną luźną perłę (5) i postępujemy dokładnie tak, jak przedstawiono to powyżej. Tym sposobem mocujemy pozostałe perły, przedzielając je supełkami – perła po perle. W trakcie pracy naszyjnik wydłuża się. Gotową jego część trzymamy w prawej dłoni. Jest ona coraz dłużej przeciągana z góry na dół przez pętlę, stworzoną wcześniej wskazującym i serdecznym palcem lewej ręki (fig. 17.46). Zawiazane tak sznury można łączyć ze sobą na różne sposoby (fig. 17.49).

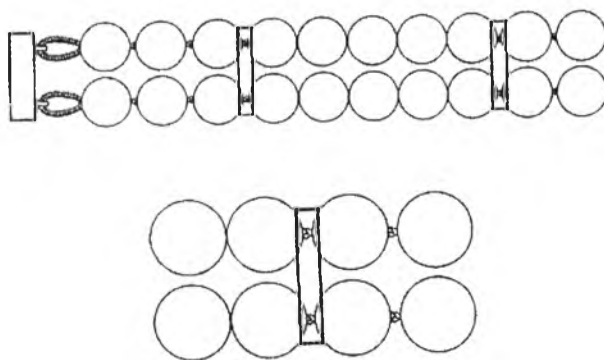


Fig. 17. 49. Przykład łączenia pojedynczych sznurów.

W niektórych wyrobach wiązanych, szczególnie z cenniejszych pereł, bywa stosowana podwójna nić; sposób formowania supełków przedstawia figura 17.50.

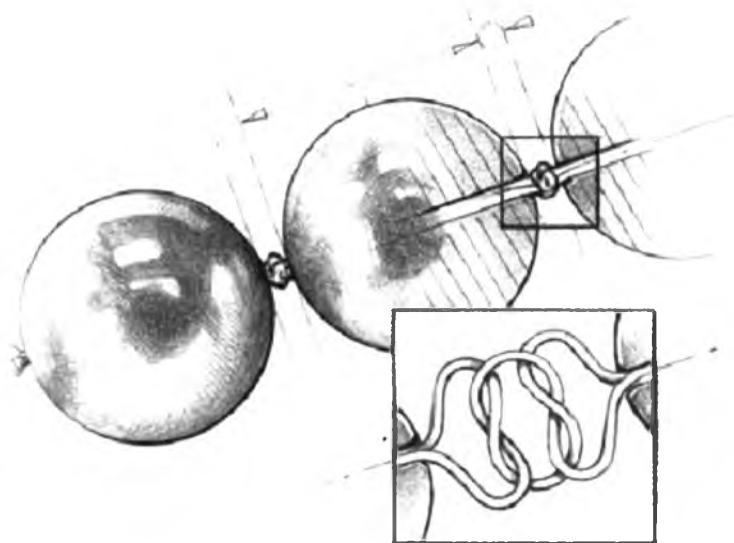


Fig. 17.50. Węzeł perłowy z podwójnej nici.

## UWAGI

- nie należy nigdy stosować siły przy przesuwaniu grubszej igły przez zbyt ciasny otwór perły,
- klej lub inne spoiwo stosować w niewielkich ilościach; idzie o to, żeby perły nie sklejały się ze sobą
- supełków nie należy wiązać zbyt luźno, bo wytworzą się potem za duże luzy (odstępny). Ale z drugiej strony, zbyt ciasne wiązanie powoduje, że sznur staje się zbyt sztywny, nieelastyczny; dotyczy to zwłaszcza tych przypadków, gdy stosowana jest nić nylonowa,
- do naszyjników przewiązanych supełkami potrzeba mniej więcej dwukrotnie dłuższej nitki,
- naszyjniki przewiązane supełkami są zwykle o parę centymetrów dłuższe od tzw. chockerów (obroża 40 cm). Do planowanej długości dodać trzeba 10 % plus 2 cm na zapięcie. Oznacza to, że np. 40 centymetrowy cocker, po zawiązaniu supełków i umocowaniu zapięcia, liczyć będzie około 46 cm długości,
- do wiązania większych pereł zużywa się mniej nitki, niż w przypadku pereł mniejszych,
- bransolety wykonuje się tą samą techniką co naszyjniki i garnitury. Bransolety wieloczęściowe wyposażamy w mostki (żeberka, przekładki). Mamy tu dwie możliwości: wiązać supełki tylko przy mostku albo w całej bransoletce,
- naszyjnik z pereł powinien być raz w roku dobrze oczyszczony i skontrolowany; bywa, że trzeba go wiązać na nowo.

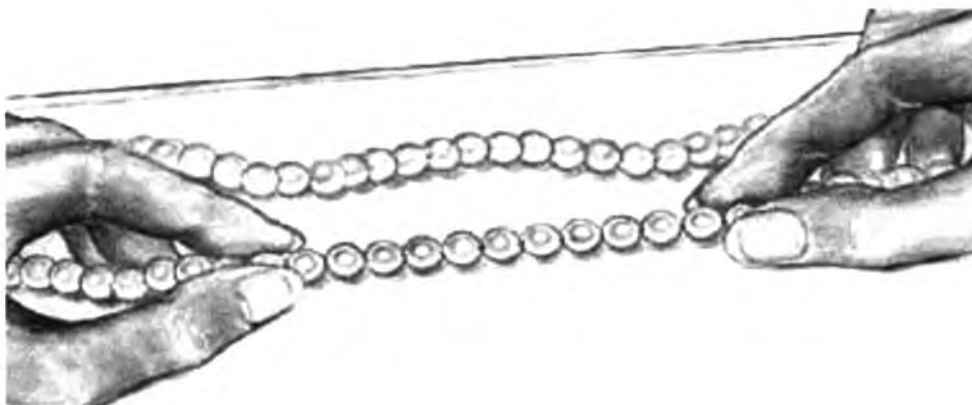


Fig. 17.51. Inspekcja sznura – uwaga i ocena skupiona winna być na wybranym odcinku, sprawdzanie powinno odbywać się – węzeł po węźle, odcinek po odcinku.

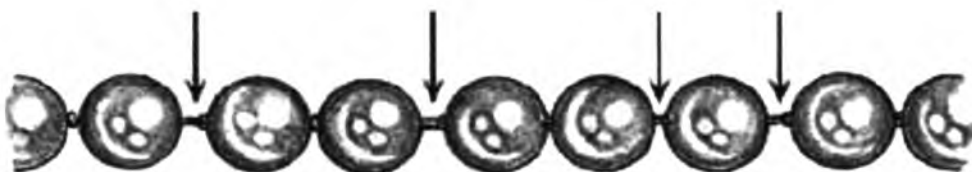


Fig. 17.52. Zbyt luźne lub niestaranne wiązanie pereł; strzałki – brak supelka lub niepotrzebny luz.



Rys. 17.53. Wielkość i forma supelków nie całkiem jednolite.



Fig. 17.54. Sznur związany zbyt ciasno; zbyt sztywny, źle się układa.





Fig. 17.55. Postrzępiony węzełek.

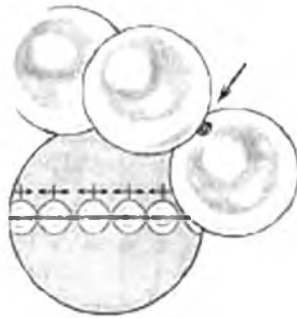


Fig. 17.56. Supelki zbyt małe. Perły ocierają i uderzają jedna o drugą, co jest powodem uszkodzeń powłoki perłowej w miejscach zetknięcia. Zbyt małe węzélki nie zabezpieczają przed rozsypaniem się i zagubieniem pereł w przypadku rozerwania sznura.

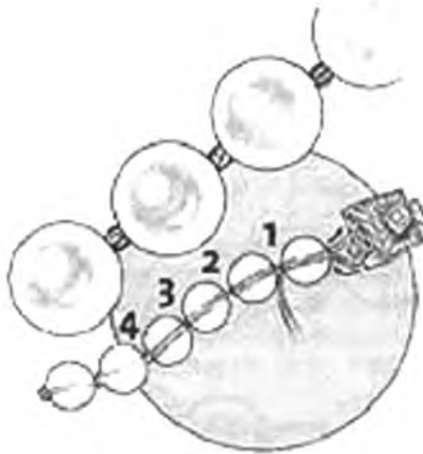


Fig. 17.57. Supelki są zbyt wielkie, z tego powodu nić okaże się za krótka, jeśli została dokładnie odmierzona w momencie przystąpienia do wiązania. Ponadto pojawi się problem z właściwym wykonaniem zakończenia.



Fig. 17.58. Supelki wykonane poprawnie zarówno co do wielkości jak i formy; zapewniają właściwą separację pereł w wyrobie.



Fig. 17.59. Jedwabna nić uległa postrzępieniu przy zapince.



Fig. 17.60. Zbyt mocno naprężona spiralka zakończenia; punkt krytyczny wyrobu.



Fig. 17.61. Rozciągnięte ogniwo i uszkodzona spiralka zakończenia.

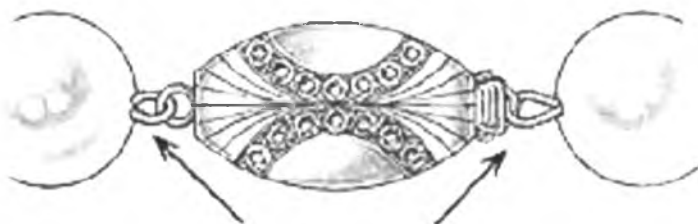


Fig. 17.62. Nierówno wykonane spiralki zakończeń (lewa zbyt naprężona) .

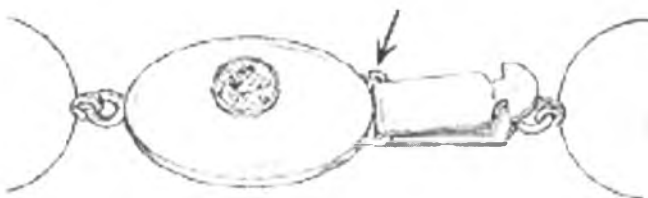


Fig. 17.63. Uszkodzone ogniwo zapinki.

## **TYPY GARNITURÓW**

Mianem garnituru określa się wyrób jubilerski, składający się z jednego lub wielu łańcuchów możliwie najbardziej jednakowych pereł, tj. o tej samej wielkości, barwie, formie, jakości powierzchni, o tym samym połysku i orienście lub overtonie. Perły tworzące naszyjnik, nie muszą spełniać tego kryterium. W ich kompletacji (kompozycji) można stosować np. gradację lub kontrast wielkości, gradację lub kontrast barwy, kontrast formy. Stąd garnitury są wyrobami łatwo poddającymi się standaryzacji (fig. 17.64 – 17.69). Tego samego nie da się natomiast powiedzieć o naszyjnikach. Ich wygląd zależy głównie od pomysłowości i poczucia piękna twórcy.



1



3



2



4

Fig. 17.64. Garnitury: 1 - chocker (kołnierz) 14 - 16 cali, jeden sznur; 2 - collar ( obroża 12 - 13 cali), trzy i więcej sznurów; 3 - princessa (księżniczka) 17 - 19 cali, jeden sznur; 4 - matine (poranek) 20 - 24 cali, jeden sznur.



1



2

Fig. 17.68. Garnitury: 1 - opera - 28-34 cale, jeden sznur; 2 - rope, 45 cali, jeden sznur.

### **OSADZANIE PEREL**

Jednym z najbardziej rozpowszechnionych sposobów mocowania perel w wyrobach jubilerskich jest osadzanie „na czopku” (fig. 17.70). Podobnie jak w przypadku wyrobów wiązanych konieczne jest wykonanie otworu w perle; nie jest to jednak otwór „na przestrzał” – dokonuje się odwiertu jednostronnego, o głębokości i średnicy dobranych odpowiednio do wielkości „czopka”, na którym ma zostać zamocowana perła. Ów „czopek” nie powinien być dłuższy od trzeciej części średnicy perły. Odwiertu dokonuje się wiertarką szybkoobrotową wyposażoną w ostre wiertło (zapobiega to powstawaniu na krawędzi otworu drobnych, nieprzyjemnych wykruszeń). Wiercona perła powinna być stabilnie umocowana w specjalnym imadle (fig. 17.71).



Fig. 17.70. Popularny sposób osadzenia perły w pierścionku: „na czopku”.



Fig. 17. 71. Wiertarka do perel (wiercenie perły).

## 18. Zasady użytkowania i przechowywania pereł

Perły powinny być dość regularnie użytkowane. Sprzyja to przy zachowaniu innych warunków dobremu ich utrzymaniu. Perła, będąc wytworem organicznym, z upływem czasu może wykazywać oznaki starzenia się, np. przez stopniową utratę orientu i połysku.. Jest to często spowodowane dehydratacją zawartej w perle konchioliny lub rozpuszczaniem węgla wapnia, mineralnego składnika masy perłowej. Rozpuszczanie aragonitu jest zazwyczaj prowokowane przez wydzieliny skórne, szczególnie te o odczynie kwaśnym albo też przez różne składniki zawarte w kosmetykach, środkach pielęgnacji skóry i włosów lub pożywieniu, np. sok owocowy, sok z cytryny, sos winaigre. Warto przy tym pamiętać, że wydzieliny skórne nie są identyczne. Jedne, choćby z powodu stanów chorobowych, bywają bardziej kwaśne od innych. Również wysoka temperatura jest bardzo szkodliwa dla pereł. W skrajnych przypadkach dłuższe działanie temperatury może spowodować ich żółknięcie i przesuszenie. Podobne w skutkach działanie może mieć bardzo suche powietrze. Dlatego perły powinny być w kontakcie z umiarkowanym wilgotnym powietrzem, szczególnie podczas dłuższego przechowywania. Stale użytkowane perły są nieuchronnie narażone na stopniową dewastację powierzchniową i wewnętrzną. Stopień zużycia jest różny dla pereł wchodzących w skład różnych wyrobów. Najbardziej narażone są perły pozostające w ciągłym kontakcie ze skórą i kosmetykami, np. perły wchodzące w skład garniturów, naszyjników. W mniejszym stopniu dotyczy to innych typów wyrobów. Substancje te mogą penetrować perłę nie tylko z powierzchni, ale także od wewnątrz, np. przedostając się za pośrednictwem nici służącej do wiązania naszyjników czy garniturów, a przechodzącej przez kanał wywiercony w perle.. Toteż także i z tego powodu zaleca się coroczną, a przy rzadszym użytkowaniu, co dwa-trzy lata wymianę i ponowne wiązanie naszyjników i garniturów. Konchiolina, która daje z kolei pewną ochronę przed substancjami o odczynie kwaśnym, z czasem wyczerpuje swoje właściwości i możliwości, i także stopniowo ulega degeneracji. Perły silnie zużyte bywają nazywane „wydmuszkami”.

Perły antyczne są przeważnie z wyglądu ciemne, ponieważ ich połysk maleje wskutek samorzutnego rozpadu pierwotnych struktur organicznych narażonych na bezpośrednie oddziaływanie światła i powietrza. Ten rodzaj utraty połysku nazywany bywa „krzepnięciem” i można mu zaradzić przez „złuszczenie” najbardziej wierzchniej warstewki powłoki perłowej i odsłonięcie „świeżo” wyglądającej warstewki położonej głębiej. Ta procedura prowadzi nieuchronnie do pewnej redukcji wielkości perły i jest czynnością, którą nie można powtarzać zbyt często. Jednocześnie należy stwierdzić, że przestrzeganie pewnych zachowań i sposobów postępowania względem perły powinno umożliwić zachowanie perły w dobrym stanie przez długie lata.

Perły wymagają starannego i delikatnego posługiwania się nimi. Już przy ich nakładaniu lub zdejmowaniu należy pamiętać o oczyszczeniu rąk i chwytaniu sznura pereł przede wszystkim za zapinki. Często powiada się, że powinny być ostatnią rzeczą zakładaną przed wyjściem i pierwszą rzeczą zdejmowaną po przyjeździe do domu. Perły nie powinny być przechowywane w kasetkach wraz z inną biżuterią lub przez długi czas pozostawione na powietrzu. W przypadku zamiaru długotrwałego przechowywania zaleca się zawsze staranne oczyszczenie pereł oraz regularne przecieranie tkaniną nasączoną olejkiem z drzewa sandałowego dla uniknięcia dehydratacji i wierzchniego spęknięcia pereł. Jednocześnie perły powinny być przechowywane w jedwabnych woreczkach lub w pudełkach wyścielonym jedwabiem. Te ostatnie nie powinny być zbyt szczelne. Przy długotrwałym przechowywaniu zapobiega to przesuszeniu pereł. Mogą to być pojemniki szczelne, ale wówczas ich otwarcie powinno następować nie rzadziej niż raz w miesiącu. Również nić służąca wiązaniu pereł powinna być jedwabna. W żadnym wypadku nie powinno się używać do przechowywania pereł plastikowych woreczków, gdyż niektóre tworzywa wydzielają składniki szkodliwe dla pereł.

W przypadku braku płynu przeznaczanego specjalnie do czyszczenia pereł zaleca się stosować ciepłą wodę mydlaną i delikatne pocieranie welurem lub inną równie delikatną tkaniną zmiękczoną niewielką ilością roślinnej lanoliny lub oliwy. Warto przy tym pamiętać, że niektóre tzw. mydła w płynie mogą być niebezpieczne dla pereł i w zasadzie nie powinno się ich do tego celu używać. Kategorycznie zabrania się stosowania czyszczarek ultradźwiękowych oraz parowych. Podobnie niedopuszczalne jest stosowanie detergentów używanych do mycia naczyń, różnorakich środków czyszczących i wybielających, sody, amoniaku lub wody amoniakalnej, różnorakich szczoteczek i innych agresywnych środków i narzędzi czyszczących. Nie należy nakładać pereł z wilgotną nicią wiązania, np. po to, by szybciej przeszły. Po czyszczeniu i kilkuminutowym opłukaniu w czystej wodzie suszy się perły przez rozłożenie na suchej, czystej ściereczce. Można przyspieszyć suszenie przez okrycie suchą delikatną tkaniną z wierzchu i delikatne oklepanie dłonią. Częste i staranne czyszczenie pereł zapobiega gromadzeniu się na ich powierzchni szkodliwych substancji i przedłuża ich żywotność. Szczególnie starannie powinny być czyszczone wyloty kanałów wywierconych w perłach; miejsca te szczególnie koncentrują wszelkie zabrudzenia. W przypadku dopuszczenia do silnego zabrudzenia pereł czyszczenie powinno być przeprowadzone z wykorzystaniem specjalnie do tego celu przeznaczonych płynów i przeprowadzone przez znajdującego się na rzeczy jubilera.

Perły należy zdejmować przed wykonaniem makijażu, rozpylaniem perfum, dezodorantów, itp. Również do kąpieli (kontakt z środkami kąpielowymi), pływania (kontakt z chlorowaną wodą), zmywania (kontakt z środkami czyszczącymi o różnym składzie chemicznym), itp. czynności należy perły zdejmować. Należy także uniemożliwić kontakty pereł z szorstkimi tkaninami, np. wełną typu shetland. Dla pereł może być szkodliwa długotrwała ekspozycja w silnym oświetleniu, np. halogenowym lub padającym bezpośrednio ze słońca.

## 19. CIBJO; terminologia i definicje

Jest to organizacja międzynarodowa zajmująca się harmonizacją kooperacji i wymiany międzynarodowej w zakresie jubilerstwa. Akronim CIBJO bierze się z jej nazwy: *Confederation International de la Bijouterie, Joaillerie, Orfevrierie des Diamantes, Perles et Pierres* (w wolnym tłumaczeniu znaczy to: Międzynarodowe Zrzeszenie Biżuterii, Srebrnych Ozdób, Diamentów, Perła i Kamieni). Zręby tej organizacji powstały jeszcze w 1926 roku, a kształt podobny do współczesnego uzyskała w 1961 roku.

Jednym z głównych celów CIBJO jest umacnianie zaufania do podmiotów gospodarczych, laboratoriów i osób działających w jubilerstwie. Realizowane jest to także przez nieustanną troskę o stosowane nazewnictwo. Jednoznaczność terminologiczna ma kapitalne znaczenie, gdyż sprzyja rozwojowi wymiany międzynarodowej i ułatwia ją, z drugiej zaś strony pozwala skutecznie przeciwstawić się różnorodnym patologiom. Dla uregulowania tych zagadnień w dziedzinie produkcji, obróbki i handlu perłami opracowano tzw. *Księgę perel*; co pewien czas podlega ona aktualizacji.

W ostatniej wersji *Księgi perel*, składającej się z trzech podstawowych działów:

- *klasyfikacja perel*,
  - *zasady stosowania nazewnictwa perel*,
  - *terminologia perel*
- wyróżniono w działach:

### 1. Klasyfikacja perel

#### A. Perły naturalne

**A.1. Perły** – produkty naturalne powstałe przypadkowo (bez ingerencji człowieka) we wnętrzu muszli perłopławów lub innych mięczaków. Składają się z substancji organicznej (skleroproteiny, najczęściej konchioliny) i węglanu wapnia (zwykle w postaci aragonitu), tworzących koncentrycznie ułożone warstwy zbudowane z masy perłowej.

**A.2. Perły blister (perły pęcherzowe)** – produkty naturalne, perłopodobne, wewnątrz puste, formujące się na wewnętrznej części płaszcza perłopławów lub innych mięczaków; mają kształt kulisty lub nieregularny i wzrastają bez ingerencji człowieka.

#### B. Perły hodowane

**B.1. Perły hodowane** – produkty pochodzenia organicznego, powstałe w wyniku zamierzonej ingerencji człowieka we wnętrze mięczaków perlorodnych. Składają się z substancji organicznej (skleroproteiny, najczęściej konchioliny) i węglanu wapnia (zwykle w postaci aragonitu), tworzących koncentrycznie ułożone warstwy zbudowane z masy perłowej. Przyrost warstw masy perłowej jest wynikiem metabolizmu żywego mięczaka, a ludzki udział sprowadza się jedynie do inicjacji wydzielania masy perłowej. Dotyczy to wszystkich perel hodowanych, zarówno perel jądrowych z zarodkiem z ciała stałego, jak i bezjądrowych z implantem organicznym.

**B.2. Perły hodowane** – perły  $\frac{1}{2}$  (półperły) i perły  $\frac{3}{4}$  - perły hodowane, z których odcięto odpowiednio połowę lub  $\frac{3}{4}$  perły.

#### C. Składane perły hodowane

*Składane perły hodowane* otrzymywane są przez łączenie części perły hodowanej (stanowiącej część górną) z jednej lub większą liczbą części perły lub innej substancji.

#### D. Imitacje perel

*Imitacje perel* – produkty, całkowicie lub częściowo wytworzone przez człowieka, naśladujące wygląd, barwę i efekty optyczne perel naturalnych lub hodowanych, lecz nie



posiadające ich własności fizycznych i chemicznych, nawet, jeżeli zostały wytworzone z użyciem substancji naturalnych.

Każdy produkt wyglądający jak perła jest jej imitacją, jeżeli nie jest w całości substancją naturalną, powstałą we wnętrzu mięczaka.

## **2. Zasady stosowania nazewnictwa pereł**

### **Artykuł 1. Zasady ogólne**

**a)** Pereł naturalne, pereł hodowane, składane pereł hodowane oraz imitacje pereł muszą być nazywane i opisywane zgodnie z właściwą dla nich klasyfikacją (grupy: A,B,C,D). Odnosi się to szczególnie do opisów zamieszczonych w oficjalnych wydawnictwach, w publikacjach adresowanych do masowego odbiorcy, jak również w materiałach handlowych (reklamy, etykiety, certyfikaty, dowody dostawy i faktury).

**b)** Terminologie oraz zasady nazewnictwa ustalono w odniesieniu do zwyczajów handlowych i w zgodzie z klasyfikacjami oraz praktyką przyjętą w międzynarodowym handlu perełami.

Jeśli nomenklatura ta wymaga uzupełnień, każde z nich, w przypadku gdy pojawia się w opisie drukiem, musi być wyartykułowane tak samo wyraziście, literami tej samej wielkości i barwy, co sama nazwa pereł. Jakiegolwiek skróty są zakazane. Naruszenie tych zasad może być karane zgodnie z obowiązującym prawem, dotyczącym w szczególności oszustw, fałszerstw i nieuczciwej konkurencji. Odstępstwa są dopuszczalne w przypadku, gdy prezentowane zasady są niezgodne z prawodawstwem danego kraju.

**c)** Przy prezentowaniu towarów na wystawach musi być przestrzegana następująca zasada: jeśli niektóre gabloty zawierają nie tylko pereł lub wyroby jubilerskie nimi zdobione, lecz również pereł hodowane, pereł hodowane składane oraz imitacje pereł lub biżuterie wyłącznie lub częściowo nimi zdobiona, łatwo zauważalna etykieta musi w sposób czytelny informować oglądających o prawdziwej naturze prezentowanych wyrobów.

**d)** Jakiegolwiek wystawiany produkt jubilerski składający się zarówno z naturalnych, jak i sztucznych elementów musi być zaopatrzony w łatwo zauważalną i czytelną etykieta, prezentującą jego części składowe zgodnie z przedstawionymi tu zasadami.

### **Artykuł 2. Treść ekspertyzy pereł**

Ekspertyzy takie powinny zawierać tylko i wyłącznie następujące dane dotyczące ocenianych pereł:

- nazwę grupy klasyfikacyjnej (perła naturalna, perła hodowana, składane pereł hodowane, imitacje pereł) oraz ewentualnie nazwę handlową zgodną z przyjętą nomenklaturą (punkt 3 – terminologia),
- podstawową barwę ( z zaznaczeniem czy jest ona naturalna, czy sztuczna),
- masę,
- wymiary,
- wiercenia: przewiercona, częściowo lub w połowie nawiercona, nie wiercona)
- szlifowanie,
- kształt (okrągła, barokowa, fantazyjna, itp.).

Nie należy podawać miejsca pochodzenia pereł.

### **Artykuł 3. Błędne stosowanie nazewnictwa pereł i innych terminów**

Niedozwolone jest stosowanie nazw odmian pereł bądź ich nazw handlowych innych od tych, które wymieniono w częściach I, II, III, IV pkt. 3. Wszystkie inne nazwy powinny zostać przedłożone CIBJO do akceptacji i oficjalnie przez CIBJO zatwierdzone, zanim zaczną być stosowane.

**Artykuł 4.** Stosowanie określeń: „prawdziwa”, „szlachetna”, „autentyczna”, „orientalna”, „naturalna” itp.

a) Przymiotniki „prawdziwa”, „szlachetna”, „autentyczna”, „orientalna” lub inne tego typu określenia odnoszą się tylko i wyłącznie do pereł naturalnych i mogą być używane tylko przy opisywaniu substancji naturalnych zdefiniowanych w punkcie A.

b) Zabrania się stosowania tych określeń w opisach wyrobów czy substancji hodowanych (zdefiniowanych w punktach B i C) oraz wytworzonych przez człowieka (zdefiniowanych w punkcie D).

**Artykuł 5.** Podawanie w opisach masy; „masa całkowita”

Z punktu widzenia praktyki handlowej nieuczciwe jest podawanie masy jakiegokolwiek pereł fałszywie bądź oszukańczo. Nieuczciwe jest także podawanie czy prezentowanie w jakikolwiek inny sposób łącznej masy wszystkich pereł, składających się na dany wyrób, bez wyraźnego i jednoznacznego podkreślenia faktu (w postaci określenia „masa całkowita” lub innego o takim samym znaczeniu), że wyrażana w ten sposób masa odnosi się wyłącznie do wszystkich pereł zawartych w wyrobie, a nie tylko do największej lub tej umieszczonej w pozycji centralnej.

**Artykuł 6.** Pereł naturalne

a) Określenie „perła” bez użycia dodatkowego określenia jest dopuszczalne tylko w odniesieniu do pereł naturalnych (zdefiniowanych w punkcie A). Nieuczciwe z punktu widzenia praktyki handlowej jest stosowanie bliżej niesprecyzowanego terminu „perła” do jakiegokolwiek wyrobu bądź przedmiotu nie będącego faktycznie perłą naturalną.

b) Określenie „perła orientalna” lub „perła słodkowodna” może być stosowane tylko w odniesieniu do pereł naturalnych.

**Artykuł 7.** Pereł hodowane

a) Określenie „perły hodowane” może być stosowane tylko w odniesieniu do pereł hodowanych w rozumieniu definicji z punktu B. Dotyczy o zarówno pereł hodowanych posiadających, jak i nieposiadających stałego organicznego lub nieorganicznego jądra, niezależnie od tego, w jaki sposób doprowadzono do powstania pereł. Z tego powodu niedozwolone jest stosowanie w nazewnictwie pereł hodowanych jedynie słowa „perła” bez poprzedzającego je w sposób wyraźny i jednoznacznie podkreślonego przymiotnika „hodowana”.

b) Niedozwolone jest używanie terminu „japońska perła” do określenia pereł hodowanych pochodzących z Japonii lub pereł półkulistych, a tym bardziej imitacji pereł.

c) Umieszczanie przy słowie „perła” gwiazdki odsyłającej do podanej w formie przypisu informacji o tym, że produkt jest perłą hodowaną, jest niezgodny z przedstawioną powyżej zasadą.

d) Szlifowane pereł hodowane muszą być w sposób jednoznaczny opisywane jako oszlifowane pereł hodowane  $\frac{3}{4}$  lub oszlifowane pereł hodowane  $\frac{1}{2}$  w celu uniknięcia pomylenia ich z nieoszlifowanymi perłami hodowanymi  $\frac{3}{4}$  lub  $\frac{1}{2}$ .

e) Składane pereł hodowane zdefiniowane w punkcie C muszą być w sposób wyraźny i jednoznaczny określane jako właśnie takie.

**Artykuł 8.** Imitacje pereł

a) Imitacje pereł zdefiniowane w punkcie D muszą być określane właśnie w ten sposób. Słowa typu „imitacja” muszą być zawsze nierozłączną częścią takiego określenia.

b) Niedozwolone jest stosowanie określeń „perła”, „perła hodowana”, „hodowana perłopodobna” i innych temu podobnych w odniesieniu do imitacji pereł.

- c) Umieszczenie przy słowie „perła” gwiazdki, odsyłającej do podanej w formie przypisu informacji o tym, że produkt jest imitacją, jest niezgodne z przedstawioną powyżej zasadą.
- d) Każda imitacja musi być opisana w jasny i przejrzysty sposób, zaś znaki towarowe lub nazwy fantazyjne muszą jednoznacznie wskazywać na to, że wyrób jest imitacją (np. nazwa „Imitacja perły Majorka” natychmiast ujawnia, że wyrób jest imitacją o znaku towarowym „Majorka”).
- e) Niedozwolone jest używanie w odniesieniu do imitacji pereł nazw geograficznych, nawiązujących do nazw ośrodków wytwarzania, obróbki bądź eksportu pereł naturalnych, bądź hodowanych (np. Perła di Kobe”).

**Artykuł 9.** Zakaz stosowania określeń „reprodukcja”, „replika”, itp.

Niedopuszczalne jest stosowanie określeń „reprodukcja”, „replika” lub temu podobnych w opisach, przypisach lub przy identyfikacji imitacji pereł.

**Artykuł 10.** Sztuczne barwienie i obróbka

- a) Fakt sztucznego barwienia pereł naturalnych (na szaro lub czarno) musi być podany w sposób jasny, bezpośredni i z jednakowym naciskiem,
- b) Wybielanie pereł naturalnych lub hodowanych nie musi być podawane.
- c) W odniesieniu do pereł hodowanych drobna zmiana w odcieniu zabarwienia (np. zaróżowienie) powstała wskutek ich obróbki, nie musi być podawana. Natomiast sztuczne barwienie jak np. w przypadku czarnych poprawianych pereł hodowanych, musi być zaznaczone w wyraźny sposób,
- d) Pereł hodowane, których powierzchnie są powlekane jakąkolwiek substancją obcą (lakier, plastik, itp.), muszą być określane jako imitacje pereł,
- e) Pereł hodowane, które poddano napromieniowaniu muszą być określane jako „poprawiane” lub „napromieniowane”.

**Artykuł 11.** Laboratoria CIBJO

Muszą spełniać następujące warunki:

- a) Laboratorium powinno być upoważnione przez organizację narodową, członka CIBJO, do reprezentowania swojego kraju i jego handlu. W zasadzie tylko jedno laboratorium z danego kraju może być jego reprezentantem,
- b) Laboratorium powinno być niezależne od jakiegokolwiek prywatnej organizacji handlowej lub ich grupy,
- c) Laboratorium powinno być stale kontrolowane pod względem kompetencji profesjonalnych,
- d) Laboratorium powinno bez wyjątku respektować wszystkie ustalenia CIBJO i pracować według zasad przyjętych w „Księdze pereł” ,
- e) Laboratorium może wystawić perle certyfikat, jeżeli został on opracowany zgodnie z regulami CIBJO; w przeciwnym wypadku certyfikat taki jest nieważny.

### 3. Terminologia

#### I. Pereł naturalne (zdefiniowane w punkcie A)

Materiał: *perła*

Odmiany: *perła morska i perła słodkowodna*

Nazwy handlowe:

- *perel morskich* : perła (wszystkie barwy), perła orientalna, perła Abalone, perła blister (perła pęcherzowa), perła różowa,
- *perel słodkowodnych*: perła (wszystkie barwy), perła rzeczna, perła muszlowa, perła blister (perła pęcherzowa).

## II. Perły hodowane (zdefiniowane w punkcie B)

Materiał: *perła hodowana*

Odmiany: *morska perła hodowana z jądrem lub bez, słodkowodna perła hodowana z jądrem lub bez*

Nazwy handlowe:

- *morskich pereł hodowanych z jądrem lub bez*: perła hodowana, perła hodowana Akoya, perła hodowana z mórz południowych, perła hodowana z Tahiti, perła hodowana Keshi
- *słodkowodnych pereł hodowanych z jądrem lub bez*: perła hodowana Biwa, chińska perła hodowana.

## III. Składane perły hodowane (zdefiniowane w punkcie C)

Powszechnie stosowanymi nazwami handlowymi są: „*składana perła hodowana Mabe*” oraz „*składana perła hodowana Hankei*”.

## IV. Imitacje pereł (zdefiniowane w punkcie D).

## 20. Charakterystyka gemmologiczna perel

### PERŁA NATURALNA .....

#### **Opis.**

Materiał organiczny; wytwór płaszcza pewnych gatunków małży słonowodnych, rzadziej słodkowodnych; sporadycznie także niektórych ślimaków morskich o budowie koncentryczno-warstwowej (drobne płytki aragonitu i kryształy kalcytu spojęne konchioliną)

Składniki:

- $\text{CaCO}_3$ ; w postaci *aragonitu* (małe kryształy) i *kalcytu* (duże kryształy); węglan wapnia stanowi przeważnie od 82 do 92 % masy perły,
- *konchiolina* ( $\text{C}_{32}\text{H}_{48}\text{N}_2\text{O}_{11}$ ); rogowata substancja białkowa, stanowiąca od 4 do 14 % masy perły
- *woda* ( $\text{H}_2\text{O}$ ); stanowi od 2,34 do 4,2 % masy perły
- *pierwiastki śladowe* (np. magnez, mangan, stront, chlor); stanowią od 0.01 do 0.02 % masy perły.

Perły wykazują zróżnicowanie składu chemicznego; związane jest to z odmiennością warunków bytowania małży perłodajnych.

Nazwa wywodzi się od łacińskiego słowa "*perula*".

Perły dzieli się zasadniczo na:

- *słodkowodne*,
- *słonowodne*.

Budowa perły jest koncentrycznie-warstwowa; wokół jądra (zarodka) odkładają się kolejne warstewki wachlarzowo rozmieszczonych kryształków aragonitu i kalcytu spojęnych konchioliną, tworząc masę perłową.

Perły mogą mieć kształt:

- *kulisty* (najbardziej pożądaný i najbardziej rzadki),
- *półkulisty* np. jajo, gruszka, kropla (poszukiwany dla wyrobu wisiorków i kolczyków), owaloida, jednostronnie spłaszczony, beczułkowaty,
- *barokowy* np. grzybek, ślimak, kocia główka, serce, dzbanek, czworaczek,
- *półbarokowy*.

Kształt perły zależy w dużym stopniu od kształtu i wielkości muszli perłopława oraz od położenia perły w muszli, w mniejszym stopniu uwarunkowany jest funkcjonowaniem organizmu małża.

Perły kuliste mają zwykle średnicę od 2 do 9 mm (najczęściej około 7 mm); perły kuliste o wielkości powyżej 15 mm spotyka się już rzadko; perły baroki mogą osiągać w dłuższej osi 50 mm; największe znalezione perły osiągają masę około 450 - 500 karatów; wielkość perły zależy od wielkości muszli, czasu życia małża oraz prędkości jego wzrostu, skutkującej ilością i tempem przyrostu, wydzielającej się masy perłowej.

Perły służą do wyrobu naszyjników, diademów, brosz, kolii, wisiorków, kolczyków, pierścieni, zapinek, szpil, insygniów władzy, szat liturgicznych, strojów, przedmiotów kultu, przedmiotów codziennego użytku; bywają używane także jako składnik tzw. „leków perłowych”, czyli różnych mikstur leczniczych, których głównym składnikiem jest sproszkowana lub rozpuszczona perła (Japonia, Chiny, Korea, Tajlandia, Tajwan, Indie, Stany Zjednoczone Ameryki Północnej - „leki” takie produkowane są na skalę przemysłową); perły zasadniczo użytkowane są w stanie naturalnym; jedyną istotną obróbką jest zwykle wiercenie otworów; dla poprawienia wyglądu niektórych perel bywa stosowane zdejmowanie (złuszczenie) najbardziej zewnętrznej warstewki perły.

#### **Barwa.**

Na barwę perły składają się:

- *barwa podstawowa (barwa masy perłowej)*; zależy ona od ilościowego stosunku aragonitu do konchioliny (zawiera tlenki metali pierwiastków przejściowych odpowiedzialnych bezpośrednio za barwę) oraz od sposobu jej rozmieszczenia w masie perły; w miarę wzrostu udziału konchioliny, zwłaszcza w warstewkach zewnętrznych perły, jej barwa staje się coraz to ciemniejsza; najczęstsze barwy podstawowe pereł słonowodnych to: czarna, szara, brązowa, czerwona, żółta, fioletowa, zielona, niebieska, różowa, biała; w perłach słodkowodnych przeważają barwy: biała, szara, jasnobrązowa, zielonawa i czerwona,

- *efekty świetlne (orient i overton)* modyfikujące barwę podstawową masy perłowej zjawiskami wywołanymi dyfrakcją i interferencją światła; decydujący wpływ mają tu właściwości środowiska bytowania małża (temperatura wody, pH środowiska wodnego, skład chemiczny wody, głębokość zanurzenia, zawartość planktonu w wodzie):

- *orient* to delikatna, zazwyczaj punktowa gra barw, o różnym stopniu nasycenia barwą różową, wywołana dyfrakcją i interferencją światła na nieregularnych krawędziach płytek aragonitu tworzących nakładające się warstewki.

- *overton* to wywołane dyfrakcją i interferencją światła dodatkowe połyskliwe odcienie różnych barw (zazwyczaj różowej, niebieskiej, zielonej, fioletowoczerwonej) modyfikujące barwę podstawową; overton pojawia się wówczas, gdy warstewki masy perłowej są dostatecznie cienkie i wystarczająco przeświecające.

W zależności od barwy i obserwowanych efektów optycznych wyróżnia się perły:

- różowe; o różnym stopniu nasycenia barwą różową od blad różowej do różowoczerwonej i różowym overtonie; niekiedy także niebieskim i/lub zielonym overtonie

- kremowe; o różnym stopniu nasycenia barwą kremową od białokremowej do kremowożółtej i różowym oriencie lub różowym i zielonawym overtonie,

- srebrne; barwa podstawowa biała do szarej i różowy orient,

- złote; barwa podstawowa żółta i różowym oriencie,

- czarne; barwa podstawowa czarna, czarnoszara, brązowa, purpurowoczarna, fioletowoczarna, ciemnoniebieska, ciemnozielona oraz zielony lub zielononiebieski overton,

- niebieskie; barwa podstawowa ciemnoniebieska do szaroniebieskiej oraz intensywnie zielony, zielony i różowy overton,

- zielone; barwa podstawowa szarzielona do zielononiebieskiej, zielony overton

- brązowe; barwa podstawowa ciemnobrązowa; overton różowopurpurowy, zielony lub fioletowy.

Barwa perły w przekroju poprzecznym nie jest jednorodna; poszczególne warstewki różnią się odcieniem i połyskiem.

Perły starzeją się; jednym z jego przejawów jest zmatowienie (utrata połysku) i nabranie szarocznego zabarwienia.

Perły mogą być przeświecające do nieprzezroczystych.

### **Efekty optyczne.**

- *Efekty optyczne (tzw. orient i overton)* - wywołane są zjawiskami dyfrakcji i interferencji światła na subtelnych powierzchniach strukturalnych perły; jest to punktowo połyskliwa gra barw (opalescencja) o różnym stopniu nasycenia różem (połysk perłowy) lub dodatkowe połyskliwe odcienie różnych barw (zazwyczaj różowej, niebieskiej, zielonej, fioletowoczerwonej) modyfikujące barwę podstawową.

### **Podstawowe cechy identyfikacyjne.**

*Charakter optyczny:* agregatowo anizotropowy; o ile nie jest nieprzezroczysta,

*Współczynnik refrakcji:* 1.530 - 1.690 (metodą dystansową)

*Dyspersja refrakcji:* brak

*Dwójłomność:* 0.126 - 0.155; trudna do ustalenia

*Pleochroizm*: brak

*Widmo absorpcji*: niediagnostyczne

*Przyczyny barwy*: substancja organiczna (transfer ładunków); efekt optyczny wywołany interferencją światła odbitego od powierzchni strukturalnych pereł i dyfrakcją światła na submikroskopowych defektach ich powierzchni.

*Fluorescencja*: brak do silnej, jasnoniebieska, żółta, zielona lub różowa (LW i SW); czarne pereły - słaba do umiarkowanej, czerwona do pomarańczowoczerwonej (LW)

*Gęstość właściwa*: pereły słonowodne - 2.61 do 2.85, pereły słodkowodne - 2.66 do 2.78 (tylko nieliczne powyżej 2.74)

*Połysk*: perłowy do matowego, może być diamentowy

*Połysk powierzchni*: prawie matowy do niemal metalicznego

*Przełam*: nierówny

*Łupliwość*: brak

*Pokrój*: sferyczny - kulisty, jednostronnie płaski, jajowaty, owalny, kropłowy, gruszkowaty, sercowaty, beczułkowaty, nieregularny,

*Inne własności charakterystyczne*: daje się przeświecać promieniami rentgenowskimi, ujawniając strukturę swego wnętrza.

### ***Waloryzacja (poprawianie).***

- *Metoda*: wybielanie

*Rezultat*: rozjaśnienie barwy ciemnych, mało efektownych pereł; rezultat stabilny,

*Częstość stosowania*: rutynowo

*Wykrywanie*: niewykrywalne

- *Metoda*: barwienie

*Rezultat*: nadanie pożądanej barwy np. czarnej; rezultat zazwyczaj stabilny, choć może z upływem czasu płowieć

*Częstość stosowania*: rutynowo

*Wykrywanie*: przez potarcie wacikiem nasyconym acetonem, obserwacja profilu otworu przewierconego w perle (barwnik występuje tylko w warstewce przypowierzchniowej); fluorescencja (naturalne czarne pereły wykazują fluorescencję, barwione czarne pereły nie mają fluorescencji).

### ***Imitacje (konfuzje).***

*Perła* może być pomyłona z:

- *hodowaną perlą* - odróżnianie: radiografia rentgenowska, endoskop, perłoskop (neoendoskop)
- *szkłem* - odróżnianie: dwójłomność, badanie binokularne, gęstość właściwa (czasami),
- *plastykiem* - odróżnianie: dwójłomność, badanie binokularne, gęstość właściwa (czasami).

Najczęściej spotykane imitacje pereł to kulki:

- z alabastru powleczonego emalią imitującą masę perłową, której głównym składnikiem jest guanina  $C_5H_5OH_5$  dająca podobne do masy perłowej efekty optyczne (tzw. *pereły alabastrowe*),
- z masy perłowej morskich ślimaków (tzw. *pereły antylskie*),
- z białego, włóknistego wapienia pozyskiwanego w Cumberland w Wielkiej Brytani (tzw. *pereły atlasowe*),
- szklane, pierwotnie puste, powleczone od wewnątrz emalią imitującą masę perłową i wypełnione woskiem (tzw. *pereły Bourignon*)
- z celulozy i powleczone emalią ołowiowo-niklową (mieszanina węglanów ołowiu i niklu oraz związków celulozowo-azotowych), (tzw. *pereły cellit*),

- z matowego szkła lub matowego szkła łączonego z masą perłową (tzw. *perły De Meisner*),
- z zębów krów morskich, żyjących w wodach Oceanu Indyjskiego (tzw. *perły Dugong*),
- z opalu pospolitego lub syntetycznego, bądź też opalizujących żywic (tzw. *perły girasol*),
- ze sproszkowanej masy perłowej, sprasowanej z dodatkiem środków spajających (tzw. *perły indyjskie*),
- ze szkła, porcelany lub plastiku powleczonych emalią, imitującą masę perłową (tzw. *perły Majorka*),
- z jądra wykonanego z masy perłowej pokrytego plastikiem o właściwościach optycznych masy perłowej (tzw. *perły micomo*),
- z opalizującego szkła (tzw. *perły paryskie*),
- z masy perłowej pokrytej emalią otrzymywaną również z masy perłowej (tzw. *perły sheba*),
- z jądra wykonanego z masy perłowej pokrytego również warstwą masy perłowej (tzw. *perły Tokara*),
- ze szkła powleczonego związkami tytanu, głównie chlorkiem tytanowym (tzw. *perły tytanowe*)

### **Trwałość.**

*Twardość wg skali Mohsa:* 2.5 do 4.5

*Zwięzłość (spoistość):* zróżnicowana, zwykle początkowo dobra; z wiekiem ujawnia się efekt starzenia wskutek destrukcyjnego oddziaływania na konchiolinę temperatury, wilgotności, zmiany pH; powoduje to, że konchiolina z czasem ulega rozkładowi; uwidacznia się to poprzez zmatowienie połysku, łuszczenie się i rozpad powierzchniowych, a potem głębszych warstw perły; trwałość pereł zależy od warunków przechowywania; pierwsze zmiany mogą być widoczne już nawet po kilku czy kilkunastu latach; całkowity rozpad niezabezpieczonej perły następuje przeważnie po kilkuset latach.

*Odporność na:*

- temperaturę - bardzo wrażliwa (modyfikacja barwy, pękanie, przesuszenie, łuszczenie)
- światło - stabilna
- chemikalia - wrażliwa, szczególnie kwasy; także na kosmetyki np. perfumy oraz pot

### **Czyszczenie wyrobów.**

*Metoda:*

- Ultradźwiękami: zabronione
- Parą wodną: zabronione
- Ciepłą wodą: bardzo ostrożnie

### **Rozpowszechnienie.**

*Dostępność:* ograniczona do rzadkiej

*Popularność:* doskonale znana

*Pochodzenie:* produkt pochodzenia zwierzęcego z wód słonych i słodkich (małży perłopławów i ślimaków)

*Główne źródła:* Zatoka Perska (strefy przybrzeżne Iranu, Kuwejtu, Kataru, Omanu, Zjednoczonych Emiratów Arabskich), Sri Lanka, południowe Indie; inne: Morze Czerwone, Zatoka Adeńska, Seszele, Australia (wody przybrzeżne Australii Zachodniej i Terytorium Północnego), Wyspy Towarzystwa, Wyspy Cooka, Samoa, Fidżi, Nowa Kaledonia, Wyspy Gambiera, Tuamotu, Filipiny, Indonezja, Melanezja, Meksyk, Peru, Panama (Archipelag Perłowy), Tahiti, Wenezuela (zatoka Paria, wyspy Margarita i Cubagua), Morze Karaibskie, Stany Zjednoczone Ameryki Północnej (stan Kalifornia, perły słodkowodne - rzeka Missisipi, Wielkie Jeziora), Chiny (perły słodkowodne - rzeki: Zhu Jiang, Jangcy), Tajlandia (perły słodkowodne), Japonia (perły słodkowodne - jezioro Biwa), Kanada (perły słodkowodne),



Wielka Brytania (Anglia, Szkocja - perły słodkowodne), Francja (perły słodkowodne - rzeka Vologne), Rosja; niegdyś pozyskiwano także perły słodkowodne w Niemczech, Czechach i Polsce (rzeki: Kwis, Bóbr, Nysa Kłodzka, Nysa Łużycka).

### **Przestrogi.**

Unikać kontaktu z podwyższoną temperaturą i chemikaliami (w tym kosmetykami i potem). Myć letnią wodą z mydłem.

## **PERŁA HODOWANA .....**

### **Opis.**

Materiał organiczny; analogiczny do naturalnego wytwór płaszcza pewnych gatunków małży słonowodnych, rzadziej słodkowodnych spowodowany ingerencją człowieka (wprowadzenie ciała obcego do płaszcza małża perłodajnego).

Perła hodowana składa się z:

- *zarodka*; sferycznego, polerowanego, przeważnie o średnicy 6 - 7 mm, który wytwarza się z naturalnej masy perłowej, pozyskiwanej z muszli małża słodkowodnego żyjącego w wodach Ameryki Północnej,
- *korteksu*; sferycznie narośniętego na zarodku, warstwowanego wytworu płaszcza perłodajnego małża; prędkość wzrostu korteksu zależy od wieku i warunków bytowania małża - waha się od 0,09 mm/rok do 1,5 mm/rok (średnio około 0,3 mm/rok); grubość korteksu - od 0,01 do 1,2 mm, średnio około 0,05 mm; składniki korteksu to: -  $\text{CaCO}_3$ ; w postaci aragonitu (małe kryształki) i kalcytu (duże kryształki), mogą stanowić około 91,6 % masy korteksu; - konchiolina ( $\text{C}_{32}\text{H}_{48}\text{N}_2\text{O}_{11}$ ), która jest rogowatą substancją białkową i stanowi około 4 % masy korteksu; - woda ( $\text{H}_2\text{O}$ ), stanowi około 4 % masy korteksu; - pierwiastki śladowe (np. magnez, mangan, stront), mogą stanowić około 0,4 % masy korteksu.

Budowa sferycznego zarodka perły hodowanej jest płasko-warstewkowa. Budowa sferycznego korteksu perły hodowanej jest koncentrycznie-warstewkowa; wokół sferycznego zarodka odkładają się kolejne warstewki wachlarzowato rozmieszczonych kryształków aragonitu i kalcytu spojonych konchioliną, tworząc masę perłową.

Perły hodowane wykazują zróżnicowanie składu chemicznego i niektórych własności fizycznych; związane jest to z odmiennością warunków bytowania małży perłodajnych oraz stosowanych zarodków.

Perły hodowane dzieli się zasadniczo na:

- *słodkowodne*,
- *słonowodne*.

W dalszej kolejności wśród słonowodnych wyróżnia się perły:

- *jądrowe* (z planowo implantowanym jądrem w postaci kulki o średnicy 1,2 - 6 mm wykonanej z muszli mięczaków słodkowodnych *Unio*, *Anodonta* i *Trocas*, żyjących w rzekach: Missisipi - USA, Jangcy - Chiny i Perak - Malezja),
- *beźjądrowe* (powstające w organizmie małża przypadkowo wskutek wadliwie przeprowadzonego, planowego procesu implantacji jąder; najmniejsze perły tego rodzaju, o wielkości poniżej 4 mm, tworzy małż *Pinctada martensi* - nazywane są one *Akoya-keshi*; większe mogą być perły zwane *Southsee-keshi*, powstające w małżach *Pinctada maxima* i *Pinctada maragartifera*),
- *łuskowe* (nazywane też perłami *Mabe* lub *Black Butterfly*), czyli taki produkt hodowli, w którym masa perłowa wytworzona przez nabłonek płaszcza perłopława ma postać cienkościennej półkuli, rozwiniętej na implantowanych jądrach o kształcie półkuli lub 3/4 kuli

wykonanej z masy perłowej, szkła, porcelany itp., które następnie podczas preparowania produktu finalnego mogą być usunięte i zastąpione innym wypełnieniem,

a wśród słodkowodnych:

- *jądrowe* (z sztucznym jądrem, które jest implantowane wraz z fragmentem nabłonka płaszczka małża słonowodnego),
- *pseudojądrowe* (z planowo implantowanym fragmentem nabłonka płaszczka małża słonowodnego lub słodkowodnego, który po kolejnych fazach obrastania jest wielokrotnie reimplantowany do tego samego lub innego małża),
- *beźjądrowe* (powstające w organizmie małża przypadkowo wskutek wadliwie przeprowadzonego planowego procesu implantacji).

Perły hodowane mogą mieć różny kształt:

- kulisty (najbardziej pożądanym),
- półkulisty,
- półbarokowy,
- barokowy.

Perły kuliste mają zwykle średnicę: japońskie słonowodne - od 3 do 9 mm, japońskie słodkowodne - od 6 do 12 mm, Tahiti - od 8 do 20 mm; sporadycznie spotyka się perły hodowane osiągające w najgrubszym przekroju 50 mm (baroki)

Perły hodowane służą do wyrobu naszyjników, diademów, brosz, kolii, wisiorków, kolczyków, pierścieni, zapinek, szpil, insygniów władzy, szat liturgicznych, strojów, przedmiotów kultu, przedmiotów codziennego użytku.

### **Barwa.**

Na barwę perły składają się:

- *barwa podstawowa*; zależy ona od ilościowego stosunku aragonitu do konchioliny oraz sposobu jej rozmieszczenia w masie perły; w miarę wzrostu udziału konchioliny, zwłaszcza w najbardziej zewnętrznych warstewkach perły, jej barwa staje się coraz to ciemniejsza; najczęstsze barwy podstawowe to: czarna, brunatna, czerwona, żółta, fioletowa, zielona, niebieska, różowa, biała,

- *efekty świetlne (orient i overton)* modyfikujące barwę podstawową masy perłowej zjawiskami wywołanymi dyfrakcją i interferencją światła; decydujący wpływ mają tu właściwości środowiska bytowania małża (temperatura wody, pH środowiska wodnego, skład chemiczny wody, głębokość zanurzenia, zawartość planktonu w wodzie):

- *orient* to delikatna, zazwyczaj punktowa gra barw, o różnym stopniu nasycenia barwą różową, wywołana dyfrakcją i interferencją światła na nieregularnych krawędziach płytek aragonitu, tworzących nakładające się warstewki,
- *overton* to wywołane dyfrakcją i interferencją światła dodatkowe połyskliwe odcienie różnych barw (zazwyczaj różowej, niebieskiej, zielonej, fioletowoczerwonej), modyfikujące barwę podstawową; overton pojawia się wówczas, gdy warstewki masy perłowej są dostatecznie cienkie i wystarczająco przeświecające.

W zależności od barwy podstawowej i efektów optycznych wyróżnia się perły:

- różowe; barwa podstawowa różowa i różowy overton,
- srebrne; barwa podstawowa biała do szarej i srebrzysty overton,
- kremowe; barwa podstawowa czerwona i słaby różowy overton,
- czarne; barwa podstawowa czarna, czarnoszara, brunatnawa, purpurowoczarna, fioletowoczarna, ciemnoniebieska, ciemnozielona i zielony lub szary overton,
- niebieskie; barwa podstawowa ciemnoniebieska do szaroniebieskiej i intensywny niebieskofioletowy overton,
- zielone; barwa podstawowa szarozielona i intensywny zielony overton,
- brunatne; barwa podstawowa ciemnobrązowa i purpurowy overton.

Perły starzeją się; jednym z jego przejawów jest zmatowienie (utrata połysku) i nabranie szaroczarne go zabarwienia.

### ***Efekty optyczne.***

•Efekty optyczne (tzw. *orient i overton*) - wywołane są zjawiskami dyfrakcji i interferencji światła na subtelnych powierzchniach strukturalnych perły; jest to punktowo połyskliwa gra barw (opalescencja) o różnym stopniu nasycenia różem (połysk perłowy) lub dodatkowe połyskliwe odcienie różnych barw (zazwyczaj różowej, niebieskiej, zielonej, fioletowoczerwonej), modyfikujące barwę podstawową; overton jest zwykle słabszy w porównaniu z perłami naturalnymi z uwagi na obecność jądra.

### ***Podstawowe cechy identyfikacyjne.***

*Charakter optyczny:* agregatowo anizotropowy; o ile nie jest nieprzezroczysta,

*Współczynnik refrakcji:* 1.530 - 1.685

*Dyspersja refrakcji:* brak

*Dwójłomność:* 0.155; trudna do ustalenia

*Pleochroizm:* brak

*Widmo absorpcji:* niediagnostyczne

*Przyczyny barwy:* substancja organiczna (transfer ładunków); efekt optyczny wywołany interferencją światła odbitego od powierzchni strukturalnych pereł i dyfrakcją światła na submikroskopowych defektach ich powierzchni.

*Fluorescencja:* brak do silnej, jasnoniebieska, żółta, zielona lub różowa (LW i SW); czarne perły - słaba do umiarkowanej, czerwona do pomarańczowoczerwonej (LW)

*Gęstość właściwa:* hodowane perły słonowodne - 2.72 do 2.78, hodowane perły słodkowodne - nieco niższa od naturalnych pereł słodkowodnych

*Połysk:* perłowy do matowego

*Połysk powierzchni:* prawie matowy do niemal metalicznego

*Przełam:* nierówny

*Łupliwość:* brak

*Pokrój:* sferyczny - kulisty, jednostronnie płaski, jajowaty, owalny, kropłowaty, gruszkowaty, sercowaty, beczułkowaty, nieregularny,

*Inne własności charakterystyczne:* daje się przeświecłać promieniami rentgenowskimi, ujawniając strukturę swego wnętrza. (sferyczny zarodek); powierzchnia pereł może ujawniać liczne pęknięcia, rysy, zmatowienia, wypukłości, zagłębienia, karby i plamy oraz niejednorodność zabarwienia, przy czym powierzchnię gładką mają przeważnie perły jądrowe i nieliczne perły pseudojądrowe, natomiast pofałdowaną, nieregularną i pomarszczoną - perły beźjądrowe

### ***Waloryzacja (poprawianie).***

• *Metoda:* wybielanie

*Rezultat:* rozjaśnienie barwy ciemnych, mało efektownych pereł; rezultat stabilny,

*Częstość stosowania:* rutynowo

*Wykrywanie:* niewykrywalne.

• *Metoda:* barwienie

*Rezultat:* poprawa lub nadanie pożądanej barwy np. czarnej; ukrycie defektów barwy; rezultat zazwyczaj stabilny, choć może z upływem czasu plowieć

*Częstość stosowania:* rutynowo

*Wykrywanie:* przez potarcie wacikiem nasyonym acetonem, obserwacja profilu otworu przewierconego w perle (barwnik występuje tylko w warstewce przypowierzchniowej);

fluorescencja (naturalne czarne perły wykazują fluorescencję, barwione czarne perły nie mają fluorescencji).

- **Metoda:** napromieniowanie

**Rezultat:** wytworzenie "czarnej" perły (czasem szarej lub niebieskawoszarej) z perły białawej; rezultat trwały, o ile nie zastosowano potem jeszcze kolejnych, innych metod traktowania

**Częstość stosowania:** okazjonalnie

**Wykrywanie:** perloskop, podczerwień (czasami)

### **Imitacje (konfuzje).**

*Perła hodowana* może być pomyłona z:

- *perlą* - odróżnianie: radiografia rentgenowska, fluorescencja rentgenowska, perloskop
- *szkłem* - odróżnianie: dwójłomność, badanie binokularne, gęstość właściwa (czasami),
- *plastykiem* - odróżnianie: dwójłomność, badanie binokularne, gęstość właściwa (czasami).

Najczęściej spotykane imitacje pereł hodowanych to kulki:

- z alabastru powleczonego emalią, imitującą masę perłową, której głównym składnikiem jest guanina  $C_5H_5OH_3$  dająca podobne do masy perłowej efekty optyczne (tzw. *perły alabastrowe*),
- z masy perłowej morskich ślimaków (tzw. *perły antylskie*),
- z białego, włóknistego wapienia pozyskiwanego w Cumberland w Wielkiej Brytani (tzw. *perły atlasowe*),
- szklane, pierwotnie puste, powleczone od wewnątrz emalią, imitującą masę perłową i wypełnione woskiem (tzw. *perły Bourignon*)
- z celulozy i powleczone emalią ołowiowo-niklową (mieszanina węglanów ołowiu i niklu oraz związków celulozowo-azotowych), (tzw. *perły cellit*),
- z matowego szkła lub matowego szkła łączonego z masą perłową (tzw. *perły De Meisner*),
- z zębów krów morskich, żyjących w wodach Oceanu Indyjskiego (tzw. *perły Dugong*),
- z opalu pospolitego lub syntetycznego, bądź też opalizujących żywic (tzw. *perły girasol*),
- ze sproszkowanej masy perłowej, sprasowanej z dodatkiem środków spajających (tzw. *perły indyjskie*),
- ze szkła, porcelany lub plastiku powleczonych emalią imitującą masę perłową (tzw. *perły Majorka*),
- z jądra wykonanego z masy perłowej pokrytego plastikiem o właściwościach optycznych masy perłowej (tzw. *perły micomo*),
- z opalizującego szkła (tzw. *perły paryskie*),
- z masy perłowej pokrytej emalią otrzymywaną również z masy perłowej (tzw. *perły sheba*),
- z jądra wykonanego z masy perłowej pokrytego również warstwą masy perłowej (tzw. *perły Tokara*),
- ze szkła powleczonego związkami tytanu, głównie chlorkiem tytanowym (tzw. *perły tytanowe*)

### **Trwałość.**

**Twardość wg skali Mohsa:** 2.5 do 4.0

**Zwężłość (spoistość):** zróżnicowana, zwykle początkowo dobra; z wiekiem ujawnia się efekt starzenia wskutek destrukcyjnego oddziaływania na konchiolinę temperatury, wilgotności, zmiany pH; w rezultacie konchiolina z czasem ulega rozkładowi; uwidacznia się to poprzez zmatowienie połysku, łuszczenie się i rozpad powierzchniowych, a potem głębszych warstw perły; trwałość pereł zależy od warunków przechowywania; pierwsze zmiany mogą być widoczne już nawet po kilku lub kilkunastu latach; całkowity rozpad niezabezpieczonej perły następuje przeważnie po kilkuset latach.

#### *Odporność na:*

- temperaturę - bardzo wrażliwa (modyfikacja barwy, pękanie, przesuszenie, łuszczenie)
- światło - stabilna
- chemikalia - wrażliwa, szczególnie kwasy; także na kosmetyki np. perfumy.

#### **Czyszczenie wyrobów.**

##### *Metoda:*

- Ultradźwiękami: zabronione
- Parą wodną: zabronione
- Ciepłą wodą: bardzo ostrożnie

#### **Rozpowszechnienie.**

*Dostępność:* zasadniczo pełna

*Popularność:* doskonale znana

*Pochodzenie:* produkt pochodzenia zwierzęcego z wód słonych i słodkich uzyskiwany w wyniku planowej hodowli małży (perłopławów)

*Główne źródła:* perły jądrowe słonowodne: Japonia (wyspa Honsiu, wyspa Sikoku, wyspa Kiusiu) , Australia, Indonezja, Filipiny, Nowa Gwinea, Tahiti, Samoa, Fidżi, Wyspy Cooka, Chiny (Honkong), Sri Lanka, Meksyk, Panama, Zatoka Perska, Morze Czerwone; perły słodkowodne: Japonia (jezioro Biwa, jezioro Kasumigaura), Chiny (rzeka Jangcy).

#### **Przestrogi.**

Unikać kontaktu z podwyższoną temperaturą i chemikaliami (w tym kosmetykami, potem, itp.).

## Bibliografia

- Akamatsu S.**, (1999): *The present and future of Akoya cultured pearls*. Gems and Gemology, 35(3): s. 73-74.
- Banerjee A., Habermann D.**, (2000): *Identification of chinese freshwater pearls using  $Mn^{2+}$  activated cathodoluminescence*. Carbonates and Evaporates v. 15/12.
- Barthelat F., Espinosa H.D.**, (2003): *Elastic properties of nacre aragonite tablets*. Proceedings of the 2003 SEM annual conference and exposition on experimental and applied mechanics, Charlotte, North Carolina, Session 68, Paper 187.
- Beaune S. A.**, (1999): *Les hommes au temps de Lascaux. 40 000 - 10 000 avant J.*, Hachette, Paris. s. 147.
- Berg S., Ville M.** (1996): *Biologia*. Multico. Warszawa. s. 648.
- Bobbio A.**, (1972): *The first endosseous alloplastic implant in the history of man*. Bulletin of the Historical Dentology 20, s. 1-6.
- Bøggild O.B.**, (1930): *The shell structure of the mollusks*, Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, Naturvidenskabelige og Mathematiske Afdeling, 9. R kke, II.2: 231-325, pl. I-XV.
- Boyle, P.R.**, (1987): *Cephalopod life cycles*. Vol 2. Academic Press, London. s. 441.
- Buestel, D., Pouvreau S., Tiaparri J., Bougrier S., Chariband J.M., Geairon P., Fougereuse A.**, (1995): *Ecophysiologie de l'huître perlier, approche des relations entre la croissance de l'huître Pinctada margaritifera et le milieu dans le lagon de Takapoto*. IFREMER Taravao Tahiti (Polynesie Francaise).
- Burch B. L.** (1995): *Pearly shells – part 11. Mother-of-pearl – yesterday and today*. Hawaiian Shell News, 43 (12): 5-7.
- Cariolou M.A., Morse D.E.**, (1988): *Purification and characterization of calcium-binding conchiolin shell peptides from the mollusk, Haliotis rufescens, as a function of development*. J. Comp. Physiol. B. 157, s. 717-729.
- Carrada G.**, (2000): *La préhistoire*. Le Sorbier. Paris.
- Castel J.C.**, (2003) - *L'analyse des petits fragments osseux : un complément nécessaire aux analyses archéozoologiques classiques*, Archéométrie 2003, Colloque du GMPCA, Bordeaux, Pessac, Talence, 16-19 avril 2003, résumés, s. 215.
- Chateigner D., Hedegaard C., Wenk H.-R.**, (2000): *Mollusc shell microstructures and crystallographic textures*. Journal of Structural Geology 22, s. 1723-1735.
- Chunhabundit S., Chunhabundit P., Aranyakananda P., Moree N.**, (2003): *L'incidence de l'alimentation sur les microstructures de la coquille des specimens de Trochus maculatus d'élevage (Trochidae: Trochus maculatus, Linnaeus, 1758)*. Le troca – Bulletin d'information de la CPS 9, s. 15-22.
- Chauvet J.-M., Brunel- Deschamps E., Hillaire Ch.**, (1995): *La Grotte Chauvet*. Ed. Seuil, coll. "Arts rupestres", Paris.
- Coomans H.E.**, (1973): *Pearl formation in gastropod shells*. Sbornik Narodniho Muzea w Pradze. B., 29(1-2): 55-64.
- Content D.J.**, (1999): *The pearl and the dragon*. Houlton, ME.
- Coppens Y., Picq P.**, (2001): *Aux origines de l'humanité. De l'apparition de la vie à l'homme moderne*, Fayard, Paris. s. 427.
- Crick R.E.**, (1989): *Origin, evolution, and modern aspects of biomineralization in plants and animals*. Plenum Press.
- Cropp D.**, (1997): *Abalone pearls from Bass Strait*. Aus. G, vol. 19/ 9, s. 375-379.
- Crowningshield, G.R.**, (1962): *Fresh-water cultured pearls*. Gems and Gemology, 10(9): 259-273.

- Cuif, J.-P., Dauphin Y., Stoppa C., Beeck S.,** (1993): *Forme, structure et couleurs des perles de Polynésie*. Revue de Gemmologie a.f.g., no. 114: s. 3-6
- Czopek L.,** (red.), (1999): *Popularna Encyklopedia Powszechna*. Praca zbiorowa. Wyd. Fogra. Kraków. 12 tomów.
- Dance P.,** (2001): *Musze*. Wiedza i Życie. Warszawa. s. 256.
- Dauphin Y., Denis A.,** (1987): *Alteration microstructurale de la nacre des huitres perlières (Pinctada margaritifera) atteintes par l'épizootie en Polynésie française*. - C. R. Acad. Sc. Paris, 305, ser. III, s. 649-654.
- Dauphin Y., Denis A.,** (1995): *Incidences d'une analyse statistique de la composition chimique localisée des coquilles de quelques espèces d'Haliotis (Mollusca : Archaeogastropoda)*. Annales de Sciences Nat., 13 ser., 16 : s. 7-19.
- Dauphin Y.,** (2000): *Comparison of the soluble organic matrices of healthy and diseased shells of Pinctada margaritifera and Pecten maximus. (Mollusca, Bivalvia)*. J.Invert.Pathol., 76: s. 49-55.
- DiMasi E., Sarikaya M.,** (2003): *Synchrotron X-ray microbeam diffraction from Abalone shell*. J. Materials Research 18/7, s. 2675-2684.
- Dickinson, J. Y.,** (1968): *The book of pearls*. Crown Pub. Inc., New York.
- Elen S.,** (2002): *Identification of yellow cultured pearls from the black-lipped oyster Pinctada Margaritifera*. Gems and Gemology, 38, s. 66-72.
- Erasmus, J., Cook, P. A., Sweijd N.,** (1994). *Internal shell structure and growth lines in the shell of the abalone Haliotis midae*. J. Shellfish Res., 13(2): s. 493-501.
- Evans A.G., Suo Z., Wang R.Z., Aksay I.A., He M.Y., Hutchinson J.W.,** (2001): *Model for the robust mechanical behavior of nacre*. J. Mater. Res., vol. 16/9, s. 2475-2484.
- Fankboner, P. V.,** (1995): *Abalone pearls: natural and cultured*. The Canadian Gemmologist, 16(1): 3-8.
- Farn, A. E.,** (1986): *Pearls: natural, cultured and imitation*. Butterworths, London. 150 pp.
- Federman D.** (1995): *Guide to Tahitian cultured pearl quality*. MJ, vol. 94/6, s. 17-24.
- Fedorenko A.Y., Sprout P.E.,** (1982): *Abalone biology, fishery regulations, commercial catch (1952-1980), and current state of resource in British Columbia*. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1658: 74 .
- Feng Q.L, Li H.B., Cui F.Z., Li H.D., Kim T.N.,** (1999): *Crystal orientation domains found in the single lamina in nacre of the Mytilus edulis shell*. Journal of materials science letters 18 s. 1547 – 1549.
- Federman D.** (1995): *Guide to Tahitian cultured pearl quality*. MJ, vol. 94/6, s. 17-24.
- Fritsch E., Rossman G.R.,** 1990-91: *L'origine de la couleur dans les gemmes*. Aquegem Bulletin. Ottawa.
- Gervis M.H., Sims N.A.,** (1992): *The biology and culture of pearl oysters (Bivalvia: Pteridae)*. ICLARM. Manila. s. 49.
- Hickey A.J.R., Wells R.M.G.** (2003): *Thermal constraints on glycolytic metabolism in the New Zealand abalone, Haliotis iris: the role of tauroxine dehydrogenase*. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, vol. 37, s. 723-731.
- Hackney K, Edkins D.,** (2000): *People and pearls*. Harper Collins Publishers, New York.
- Hedegaard C., Wenk H.-R.,** (1998): *Microstructure and texture patterns of mollusc shells*. Journal of Molluscan Studies 64, s. 133-136.
- Holewa P.E.,** (2000): *Made in China*. GemKey, 2(2): 50-57.
- Ino T.,** (1949): *Ecological studies of Turbo cornatus, Solander*. J. Mar. Res. 8, s. 1-5.
- Jung, P., Heitz A.,** (2001): *The subgenus Lentigo (Gastropoda: Strombidae) in tropical America, fossil and living*. Veliger 44(1): s. 20-53.
- Kane R.E.,** (1990): *GTLN: Pearls-freshwater natural*. Gems&Gemology, vol./3, s. 223-224.
- Kączkowski J.** (1987). *Biochemia roślin*. Tom 1. PWN Warszawa.

- Kauffman E.G.,** (1990): *Giant fossil inoceramid bivalve pearls.* p. 66-68, [In:] *Evolutionary Paleobiology of Behavior and Coevolution*, edited by A. J. Boucot, Elsevier, New York.
- Kocks U.F., Tome C., Wenk H.-R.,** (1998): *Texture and anisotropy: preferred orientations in polycrystals and their effect on materials properties.* Cambridge University Press.
- Kunz G., Stevenson C.H.,** (1908): *The book of the pearl: the history, art, science and industry of the queen of gems.* Dover Publishers, Mineola, New York (1993 reprint).
- Lambert G.,** (1998): *Trace element composition in pearls.* M. Sc Thesis, Murdoch University. Western Australia.
- Landman N. H., Mikkelsen P.M., Bieler R., Bronson B.,** (2001): *Pearls: a natural history.* H. N. Abrams Inc., New York, s. 232 .
- Leighton D.I.,** (1961): *Observation of the effect of diet on shell coloration in the red abalone, Haliotis rufescens, Swainson.* Veliger 4, s. 29-32.
- Leroi-Gourhan A.,** (1988) : *Dictionnaire de la Préhistoire.* PUF, Paris.
- Liu Y., Shigley J.E, Hurwit K.N.,** (1999) *Iridescent Color of a Shell of the Mollusk Pinctada Margaritifera Caused by Diffraction.* Opt. Express 4, 177-182
- Liu Y., Hurwit K.N., Tian L.,** (2003): *Relationship between the grove density of the grating structure and the strength of iridescence in mollusk shells.* Australian Gemmologist, v. 21, s. 405-407.
- Locquin M. V.,** (1995): *L'invention de l'humanité, avec une préface de Federico Mayor.* La Nuée bleue, Strasbourg.
- Lynch S.R.,** (2000): *The effect of calcium on iron absorption.* Nutrition Research Reviews, v. 13, s. 141-158.
- Matteson, M. R.,** (1955): *Studies on the natural history of the Unionidae.* The American Midland Naturalist 53, no.1. s. 126-45.
- Matlins A.L.,** (1996): *The pearl book. The definitive buying guide.* Gemstone Press. Woodstock. Vermont. s. 199.
- Matlins A.L., Bonanno A.C.,** (2001): *Jewelry & Gems: The Buying Guide, 5<sup>th</sup> ed.* GemStone Press, Woodstock, Vermont.
- Matuszewska A., Wrzalik R., Ożdżeński J.** (2001): *Czarny koral i niektóre imitacje.* Polski Jubiler 3(14). s. 50-52.
- McKenzie L.,** (1999): *Cultured abalone mabé pearls from New Zealand.* Gems and Gemology, 35(3): s. 172.
- Mikimoto Pearl Island Company,** (1998): *Pearl museum: human involvement with pearls through the ages.* Mikimoto Pearl Island Company, Toba, Japan.
- Müller A.,** (1997): *Cultured pearls: the first hundred years.* Golay Buchel Group, Lausanne, Paris.
- Mutvei H.,** (1978): *Ultrastructural characteristics of the nacre in some gastropods.* Zoologica Scripta 7, 287-296.
- Mutvei H.,** (1980) *The nacreous layer in molluscan shells.* In: Omori, M., Watabe, N. (Eds.), *The Mechanisms of Biomineralisation in Animals and Plants.* Tokai University Press, pp. 49-56.
- Newman R.,** (1999): *Pearl Buying Guide.* International Jewelry Publications, Los Angeles, California.
- Norton J.H., Lucas J.S., Turner I., Mayer R.J., Newnham R,** (1999): *Studies to improve the percentage of gem quality pearls.* Abstracts, World Aquaculture Society meeting, 1999.
- O'Sullivan D.,** (1998): *Où l'on apprend que la perle de culture est une invention australienne.* Austasia Aquaculture: 12(4).



- O'Sullivan D., Scoones R., Cropp D., Bunter O.**, (1998): "*The old and the new of Australian pearl production*", Konferencja World Aquaculture '98, Las Vegas, USA.
- Peach, J. L.**, (1999): *Freshwater pearls: new millennium – new pearl order*. Gems and Gemology, 35(3): s. 75.
- Philips B.F., Campbell N.A., Wilson E.R.**, (1973): *A multivariate study of geographic variation in the whelk*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 11, s. 27-69.
- Poirot, J.-P.**, (1987): *Les perles*. Monde and Minéraux, nr 81: s. 28-38.
- Prideaux T.**, (1985): *L'Homme de Cro – Magnon*. Time-Life, Amsterdam, s. 296.
- Purchon, R. D.**, (1968): *The biology of the mollusca*. Pergamon Press.
- Raman C.V.**, (1934): *On iridescent shells – Part II. Colours of laminar diffraction*. Proceedings of the Indian Academy of Science. A 1. s. 574-579.
- Rhoad D.C., Lutz R.A.**, (1980): *Skeletal growth of aquatic organisms*. Biological records of environmental change. Plenum Press. New York.
- Rosenthal L.**, (1919): *Au royaume de la perle*. Payot & Cie., Paris.
- Saquet J.-L.**, (1992): *Perles de Tahiti*. Collection Survol, Tahiti.
- Schmider B.**, (2002): *L'Aurignacien de la Grotte du Renne: les fouilles d'André Leroi-Gourhan à Arcy-sur-Cure (Yonne)*. Galia préhistoire; 34. Paris : CNRS, s. 309.
- Schuman W.**, (1997): *Guide des pierres précieuses, pierres fines et pierres ornementales*. Delachaux et Niestle. Lausanne-Paris. s. 256.
- Shepherd S.A., Avalos-Borja M.**, (1997): *The shell microstructure and chronology of the abalone Haliotis corrugata*. Molluscan Research Abstract v.18/2. s. 197-207.
- Shepherd S.A., Turrubiates-Morales J.R.**, (1997): *A practical chronology for the abalone Haliotis fulgens*. Molluscan Research Abstract v.18/2. s. 219-226.
- Shepherd S.A., Triantafillos L.**, (1997): *Studies on southern Australian abalone (genus Haliotis). XVII. A chronology of H. laevigata*. Molluscan Research Abstract v.18/2. s. 233-245.
- Shepherd S.A., Huchette S.**, (1997): *Studies on southern Australian abalone (genus Haliotis). XVII. Ring formation in H. scalaris*. Molluscan Research Abstract v.18/2. s. 247-252.
- Shirai, S.**, (1994): *Pearls and pearl oysters of the World*. Marine Planning Co., Watarai-gun, Japan. P. 1-108
- Silve C., Lopez E., Vidal B., Smith D.C., Camprasse S., Camprasse G., Couly G.**, (1992): *Nacre initiates biomineralization by human osteoblasts maintained in vitro*. Calcified Tissue International 51, s. 363-369.
- Snow M.R., Pring A., Self P., Losic D., Shapter J.**, (2004): *The origin of the color of pearls in iridescence from nano-composite structures of the nacre*. American Mineralogist v. 89, s. 1353-1358.
- Sobczak T., Sobczak N.**, (1995): *Perły*. Wyd. Sobczak. Warszawa. s. 84.
- Song, F., Soh, A.K., Bai, Y.L.**, (2003): *Structural and mechanical properties of the organic matrix layers of nacre*. Biomaterials, v.24/20. s. 3623-3631.
- Sriangura V.**, (2002): *Power of pearls*. Bangkok
- Suga N.**, (1991): *Mechanisms and phylogeny of mineralization in biological systems*. Springer Verlag.
- Taburiaux, J.**, (1985): *Pearls: their origin, treatment and identification*. Chilton Book Company, Radnor, Pennsylvania.
- Tavernier J.-B.**, (1664): *Journal du voyage au Levant de J.B. Tavernier en 1664*. Bibliothèque nationale de France (manuscrit). Paris. s. 192.
- Tavernier, J.- B.**, (1678): *Les six voyages de Jean Baptiste Tavernier ... qu'il a fait en Turquie, en Perse, et aux Indes*, 2 vols. Paris.

- Taylor J.D.**, (1973): *The structural evolution of the bivalve shell*. Palaeontology 16, s. 519-534.
- Taylor M.H., Tsvetnenko E.**, (2004): *Growth Assessment of Juvenile Abalone Haliotis laevigata Fed Enriched Macroalgae Ulva rigida*. Aquaculture International. Vol. 12/4-5, s. 467-480.
- Tun, T.**, (1994): *A brief account on Myanmar's pearl culture industry* [abstract]. Abstracts, Pearls '94, Honolulu, Hawaii, 14-19 May 1994. Journal of Shellfish Research, 13(1): 351-352.
- Wada K.T.**, (1991): The pearl oyster, *Pinctada fucata* (Gould) (family Pteriidae). s. 245-260. In: *Estuarine and Marine Bivalve Mollusk Culture*, edited by W. Menzel, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Wada K.**, (1996): *Genetical and physiological control of calcification in pearl cultivation*. Bulletin de l'Institut Océanographique, Monaco, no. special 14, 4: 183-193.
- Wan R.**, (1999): *The Tahitian cultured pearl: past, present, and future*. Gems&Gemology, vol. 35/3, p. 76
- Ward F.**, (1998): *Pearls*. Gem Book Publishers, Bethesda, Maryland
- Webster R., Anderson B.W.** (1983): *Gems, their sources, descriptions and identification*. Butterworths. London. s. 506.
- Weiner S., Traub W.**, (1984): *Macromolecules in mollusc shells and their functions in biomineralisation*. Philosophical Transactions of the Royal Society, London Series B304, s. 425-434.
- Wenk H.-R.**, (1965): *Eine photographische Roentgen-Gefuegeanalyse*. Schweiz. mineral. petrog. Mitt. 45, s. 517-550.
- Wentzell C.Y.**, (1998): *Cultured abalone blister pearls from New Zealand*. Gems and Gemology, 34(3): s. 184-200.
- Wilmot N.V., Barber D.J., Taylor J.D., Graham A.L.**, (1992): *Electron microscopy of molluscan crossed-lamellar microstructure*. Philosophical Transactions of the Royal Society, London Series B337, s. 21-35.
- Wrońska D.**, (2001): *Perty z polskich rzek*. Wiedza i Życie. Warszawa. s. 56-59.
- Vaught, K. C.**, (1989): *A classification of the living Mollusca*. American Malacologists Inc., Melbourne, U.S.A. s. 195.
- Viana M.T.**, (2002): *Abalone aquaculture; an overview*. World Aquaculture, vol. 33/1 s. 34-39.
- Yao N., Markiewicz D.J., Aksay I.A.**, (2000): *Structural details as clues to understanding nacre formation*. In: Bailey G.W., McKernan S., Price R.L., Walck S.D., Charest P.-M., Gauvin R., *Proc. Microscopy and Microanalysis 2000*. Springer-Verlag, New York, s. 896-97.
- Yonick D.**, (1999): *A new pearl culture*. Basel Magazine, no. 3: s. 31-34; reviewed in Gems and Gemology, summer 2000: s. 177-178.
- Zajac K.**, (1999): *From species to ecosystem approach - the case study on the swan mussel Anodonta cygnea from the Nida river valley, southern Poland*. Proceedings of the Workshop: Ecosystem approach - what does it mean for European ecosystems?, International Academy for Nature Conservation, Isle of Vilm.





nr inw.: BG - 335106



BG 335106

ISBN 83-87431-67-2